

sabermás

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

Un dúo peligroso: Calentamiento global y virus tropicales

Humanos, mascotas y sentimientos
Pulque: Una bebida con prebióticos
Las plantas se defienden
Anfibios y reptiles: Una batalla
contra reloj

Bacteriófagos: Virus que infectan bacterias
Fagoterapia: Virus que comen bacterias
El cultivo de aguacate y la diversidad de las aves
Conocer las plantas: Un trabajo de botánicos
Obesidad: Estrés y tristeza

Año 9 / No. 51 / mayo-junio / 2020
Morelia, Michoacán, México
U.M.S.N.H.

ISSN 2007-7041



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

CONTENIDO



"extinción interrumpida" ilustración digital
Instagram: @ratafakplasta
Facebook: Diamantina Pura

Un dúo peligroso: Calentamiento global y virus tropicales

24

ARTÍCULOS

Humanos, mascotas y sentimientos	12
Pulque: Una bebida con prebióticos	16
Las plantas se defienden	19
Anfibios y reptiles: Una batalla contra reloj	28
Bacteriófagos: Virus que infectan bacterias	34
Fagoterapia: Virus que comen bacterias	40
El cultivo de aguacate y la diversidad de las aves	43
Conocer las plantas: Un trabajo de botánicos	47
Obesidad: Estrés y tristeza	51



12



19



34



43



51

ENTÉRATE

Descubren un compuesto anti-Tuberculosis en veneno de alacrán 6

Descifran el genoma de variantes mexicanas del coronavirus SARS-CoV-2 7

Estudiantes nicolaitas participan en HULT PRIZE 2020 8

TECNOLOGÍA

Videojuegos: Su función en la prevención de la obesidad infantil 54

UNA PROBADA DE CIENCIA

El libro del día del juicio final 57

CIENCIA EN POCAS PALABRAS

Nanociencia y Nanotecnología 61

LA CIENCIA EN EL CINE

Trying 64

EXPERIMENTA

Mi Nombre en una hoja 67

INFOGRAFÍA

Virus 68



Entrevista a la Dra. Amalia Ramírez Garayzar

Profesora investigadora de la Universidad Intercultural Indígena de Michoacán

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 9, No. 51, mayo-junio, 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, www.sabermas.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, 10 de junio de 2020.

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

Seguimos trabajando desde casa para brindarte desde nuestra plataforma digital, el número 51, el que hemos conformado con artículos de divulgación científica para saber más sobre las diversas áreas de la ciencia y la tecnología. En este número podrás leer desde el amor por nuestras mascotas hasta los efectos del estrés y la tristeza en una de las enfermedades del siglo XXI, la obesidad. Diferentes autores nos envían sus artículos para que comprendamos más sobre el pulque, la defensa de las plantas ante sus atacantes, el riesgo actual de los anfibios y reptiles por la situación climática que vivimos, el impacto del cultivo del aguacate sobre la diversidad de las aves en Michoacán y el trabajo o quehacer de un botánico. Agrupamos dos interesantes artículos que nos muestran a un tipo de virus, los que infectan y comen bacterias, llamados bacteriófagos, para conocer como estos entes tienen una utilidad potencial en nuestro planeta y en nuestra salud.

El número de portada "Un dúo peligroso: Calentamiento global y virus tropicales" nos muestra como las altas temperaturas actuales favorecen la adaptación de insectos como los mosquitos, a regiones de mayor altitud, lugares donde antes no habitaban. Esto conlleva a la expansión de enfermedades tropicales como el Dengue, Zika, Chikungunya y Fiebre amarilla, las cuales causan millones de muertes anuales en todo el mundo.

En la Entrevista, La Doctora en Historia Amalia Ramírez Garayzar de la Universidad Intercultural Indígena de Michoacán, nos habla de sus inicios de las investigaciones que desarrolla sobre el trabajo artesanal en México y de los pueblos indígenas de Michoacán, así como su importancia de éstas en el trabajo de laboratorio, de biblioteca, en museos y archivos, así como en viajes y exploraciones de

campo. Nos resalta que el comprender los detalles de la producción artesanal y del uso de objetos hechos a mano, nos permite transformar nuestra percepción de las prácticas culturales.

Te compartimos las secciones habituales de Saber Más como Entérate, con tres notas de actualidad científica del mundo, de México y de nuestra Universidad Michoacana; en Tecnología, los autores nos muestran como los videojuegos tienen una gran utilidad para el control de la obesidad infantil; en La Ciencia en Pocas Palabras, aprenderás más allá del significado de la nanociencia y la nanotecnología; en Una Probada de Ciencia y en La Ciencia en el Cine, la propuesta es leer "El libro del día del juicio final" y "Trying", respectivamente; en Experimenta, podrás entender como es que tu nombre puede aparecer en una hoja, haciendo ciencia; y, en la Infografía, aprenderás el significado e "Metabolitos".

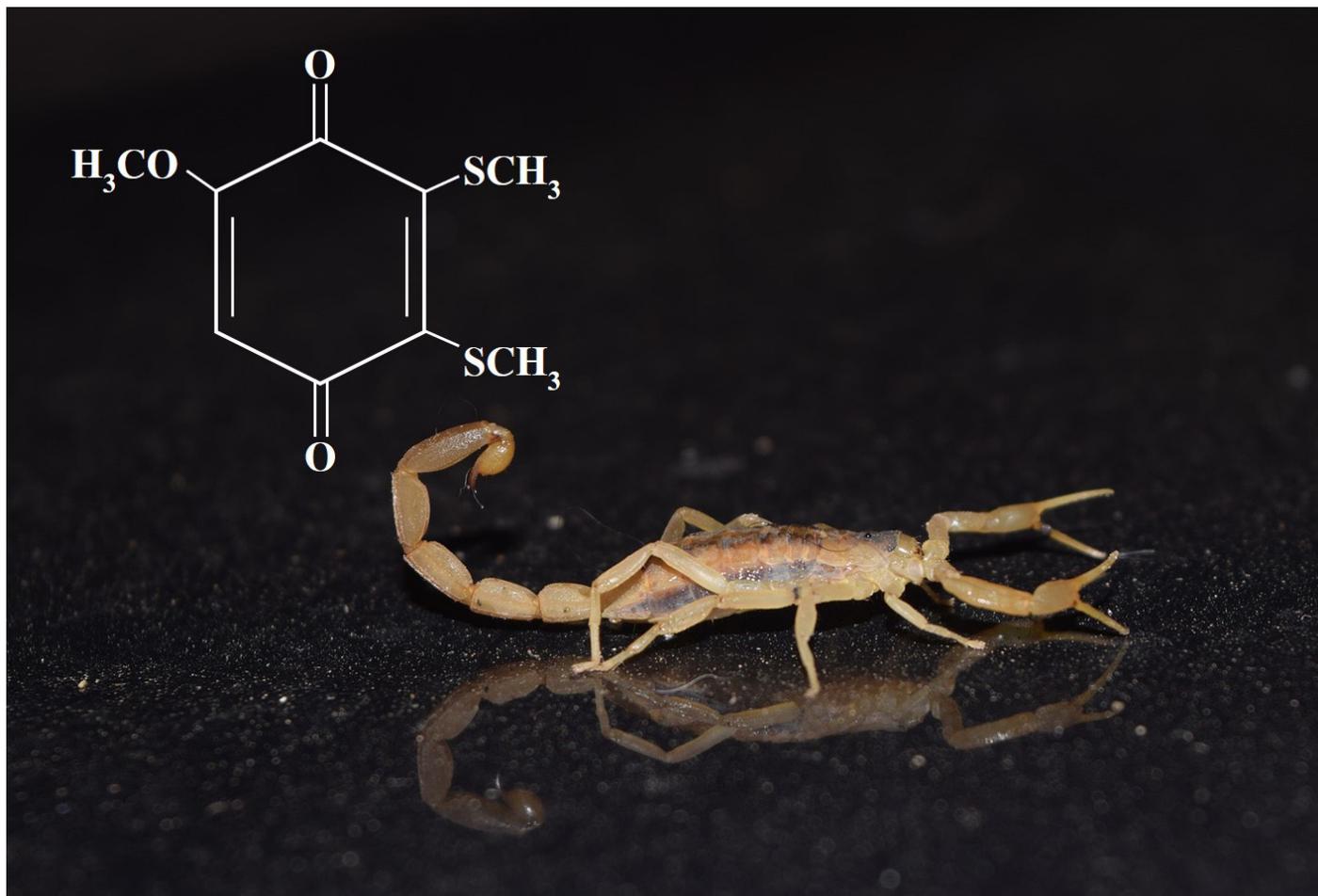
Aparte de ser nuestro asiduo lector, ayúdanos a compartir y a difundir todo el trabajo de divulgación de la ciencia que hacemos, como las cápsulas de Ciencia Móvil en nuestro canal de YouTube (https://www.youtube.com/channel/UCgc72PjdqEnfFCapn_ZIORA), los podcast de Saber Más Media (<https://open.spotify.com/show/6kgAdONyl6tkJ2O6uXnyjIo> o https://mx.ivoox.com/es/podcast-saber-mas-radio_sq_f1790558_1.html) y también puedes seguirnos en Facebook (<https://www.facebook.com/saber.mas.umich>). Te invitamos a colaborar con el envío de artículos, los que recibimos todo el año a través de la plataforma de Saber Más: <https://www.saber-mas.umich.mx/editorial/index.php/saber-mas>.

Rafael Salgado Garciglia



ENTÉRATE

Descubren un compuesto anti-Tuberculosis en Veneno de alacrán



Científicos de Estados Unidos de América (EEUU) y de México descubrieron recientemente dos compuestos antibacterianos, uno de los cuales es capaz de matar la bacteria *Mycobacterium* que causa tuberculosis en millones de personas en el mundo, considerada un problema de salud pública mundial. El doctor Lourival Possani, del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el químico Richard Zere de la Universidad de Stanford (EEUU) y el patólogo Rogelio Hernández-Pando del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, conforman el grupo de científicos que realizan los estudios sobre los componentes del veneno del alacrán mexicano (*Diplocentrus melici*), nativo del estado de Veracruz. En éste, identificaron dos compuestos del tipo de las benzoquinonas, con un gran potencial antibacteriano, uno de ellos contra *Staphylococcus aureus* y el otro contra la bacteria causante de tuberculosis (*Mycobacterium tuberculosis*), pero además, sin afectar el tejido

pulmonar. Lo anterior ha sido comprobado en un experimento con ratones infectados con bacterias causantes de la tuberculosis, por lo que se ha diseñado un fármaco con dichos compuestos sintetizados de forma química, esto debido a que el veneno se produce en bajas cantidades. Lo anterior llevó al registro de una patente (WO2019231735; https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2019231735&_cid=P20-K5FJPD-02798-1) y la investigación está publicada en la revista PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America) (<https://www.pnas.org/content/pnas/116/26/12642.full.pdf>).

Actualmente, el fármaco está en la fase de pruebas clínicas, las que son realizadas por una compañía farmacéutica. Esto es el resultado de investigaciones hechas por la colaboración de científicos estadounidenses y mexicanos con el fin de producir este tipo de nuevos fármacos y continuar descubriendo más usos potenciales de la toxina de alacrán.

ENTÉRATE

Descifran el genoma de variantes mexicanas del Coronavirus SARS-CoV-2



En México, en los últimos dos meses (marzo-abril del 2020), los científicos más importantes de las instituciones de la salud, como el Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos, el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, el Instituto Mexicano del Seguro Social, el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición y la Universidad Nacional Autónoma de México, así como de connacionales trabajando en la Universidad de Oxford, se han dedicado a estudiar las variantes del coronavirus SARS-CoV-2 en pacientes mexicanos enfermos con el proyecto "Epidemiología Genómica del SARS-CoV-2 en México". El propósito es su caracterización genética (metagenómica) para determinar cómo afecta a los mexicanos, desde un contexto local y contribuir a nivel mundial para encontrar la solución de como detener su infección. Para ello, se han diseñado los protocolos que permiten secuenciar el genoma de este virus, con muestras desde los inicios de la enfermedad en nuestro país. En cinco días fueron capaces de realizar el primer análisis metagenómico, encontrando una asociación muy estrecha con el coronavirus

de Brasil, provenientes de Lombardía (Italia). En dos meses, se han secuenciado los genomas de 32 muestras del virus SARS-CoV-2, comprobando con ello, que 15 eran de casos importación, uno de una persona que tuvo contacto en el país con un viajero y otro más, atribuido al contagio comunitario. Con lo anterior, se han identificado dos grupos o linajes del SARS-CoV-2, denominadas G y S, y se ha previsto que éste llegó a México entre los primeros quince días de marzo. El proyecto está dispuesto al análisis de 250 muestras, para obtener al menos 150 genomas completos. Con ésta y otras investigaciones a nivel mundial, se ha determinado que el genoma del SARS-CoV-2 tiene aproximadamente 30 mil nucleótidos, los bloques que conforman la estructura de su ácido nucleico. Los cambios encontrados hasta ahora, solo presentan entre 8 y 14 cambios de nucleótidos en relación al primer virus que se secuenció en Wuhan, lo que se considera como una alta conservación del genoma, con una identidad del 99.97% con la cepa original. La evolución de la filogenómica del SARS-CoV-2 puede consultarse en la página web <https://nextstrain.org/>.

ENTÉRATE

Estudiantes Nicolaitas participan en HULT PRIZE 2020



El premio Hult "Hult Prize", es un concurso que se realiza desde hace 11 años, en el que participan más de 300 mil estudiantes de 121 países de más de 1500 universidades, en el que elaboran proyectos de emprendimiento social. Es considerado uno de los movimientos estudiantiles más grandes del mundo en negocios, desarrollado por la "Hult Prize Foundation", una organización sin fines de lucro creada por "Clinton Global Foundation" y "The Hult International Business School". Este año, Hult Prize propuso el tema "Negocios para un mejor planeta", en el que se presentaron proyectos para crear negocios audaces, con la idea de generar un impacto positivo en el medio ambiente con cada venta. Los ganadores reciben un millón de dólares, que debe usarse para desarrollar la idea de emprendimiento ganadora, con un asesoramiento de la comunidad internacional de negocios. México ha participado desde hace varios años con diversas iniciativas y en este año 2020, estudiantes michoacanos del Tecnológico Nacional de México, campus Morelia, de la Universidad Interamericana para el Desarrollo (UID) y de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), participaron para ganar un lugar y asistir al concurso, realizado en Nairobi, Kenya. Después de concursos locales, regionales y nacionales, los estudiantes nicolaitas Sebastián Hernández Murillo y María del Carmen

Gómez Chávez del programa de licenciatura de la Facultad de Químico Farmacobiología, Rafael Contreras Chávez del Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas (Área Temática de Biotecnología Alimentaria) de la misma facultad y Luis Mario Valdez Rangel de la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas, ganaron el primer lugar con el proyecto "POMECA", estructurado por las primeras sílabas de Pomelo y Camote, quedando entre los primeros seis equipos ganadores en la fase internacional, realizado en Nairobi de manera virtual (on line) debido a la contingencia COVID-19. Actualmente están en competencia en la etapa llamada "Impact Break" que se realizará en Cancún, México, una segunda oportunidad para obtener el financiamiento para su empresa. La idea innovadora consiste en elaborar un polímero que no contamina, preparado con materiales vegetales de desecho como cáscaras de toronja y almidón de camote, producidos en Michoacán, para producir y comercializar envases biodegradables. Este premio es considerado uno de los más importantes que se otorga a la innovación, para motivar a los estudiantes jóvenes para innovar ideas que apoyen a problemáticas globales. Con su participación, este grupo de estudiantes ha puesto el nombre en letras grandes de nuestra Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

ENTREVISTA

Dra. Amalia Ramírez Garayzar

Por Rafael Salgado Garciglia



Es Licenciada en Arqueología por la Universidad Autónoma de Guadalajara, Maestra en Estudios Étnicos por el Centro de Estudios de las Tradiciones de El Colegio de Michoacán y Doctora en Historia, por el Instituto de Investigaciones Históricas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Su desempeño profesional ha sido en diversas instituciones en relación a su perfil multidisciplinar; ha trabajado en proyectos de trabajo arqueológico del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) en los estados de Guanajuato, Jalisco y Nayarit, tanto de identificación de sitios como de excavación.

En Michoacán, tuvo la oportunidad de conocer la diversidad del trabajo artesanal a partir de haber desempeñado varios puestos en la Casa de las Artesanías, hoy Instituto del Artesano Michoacano. Cuando estuvo a cargo del Departamento de Investigación, coordinó varios proyectos, como la

recuperación del cultivo del añil (*Indigofera suffruticosa*) en la Tierra Caliente y el aprovechamiento del desecho de maderas de la región Sierra Costa para la tintorería tradicional, como la *Maclura tinctoria* (Moraleté), el *Hematoxylon brasiletto* (Palo de Brasil) y *Cordia elaeagnoides* (Cueramo), entre otros.

Actualmente es Profesora investigadora adscrita al programa académico de Arte y Patrimonio Cultural de la Universidad Intercultural Indígena de Michoacán desde 2007. Desarrolla las líneas de investigación "Pasado y presente del trabajo artesanal en México" y "Estudios del patrimonio cultural de los pueblos indígenas de Michoacán". Ha dirigido tesis, impartido conferencias magistrales y publicado artículos, capítulos de libros y libros, sobre temas derivados de estas líneas de investigación.

Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores y sus publicaciones más recientes, versan sobre el saber artesanal, textiles y sobre el pasado común entre México y Filipinas.

¿Cuál fue la motivación para estudiar la tradición artesanal en Michoacán?

Cuando llegué a Michoacán, hace 30 años, noté que algunos objetos artesanales tenían gran similitud con piezas prehispánicas que yo había tenido oportunidad de conocer por mi trabajo como arqueóloga, tanto en sus formas como en decoraciones; me refiero principalmente a objetos de cerámica como cántaros, ollas, cajetes y a motivos ornamentales de tejidos en telar de cintura. Eso me motivó a conocer a los creadores y a interesarme en los procesos técnicos de su trabajo, para tratar de comprender las tradiciones manufactureras del estado. A partir de ahí, sigo en esa búsqueda.

Con tus investigaciones sobre esta tradición ¿Cómo la relacionas con la identidad de sus pueblos?

Hay objetos altamente significativos en cada cultura. Son aquellos que tienen que estar presentes en momentos importantes socialmente hablando, por ejemplo, los copaleros o sahumeros en los altares de muertos o las máscaras de ciertas danzas. Su forma y función son relevantes y por lo mismo, tienen que ser hechos por alguien que entiende su relevancia. Ese es un vínculo de identidad entre quien hace y quien usa. En Michoacán, los pueblos indígenas producen muchos de sus objetos significativos, lo que ha permitido la vigencia de su rica tradición artesanal.

¿Podrías hablarnos de los retos y situación actual del trabajo y saber artesanal en Michoacán?

Me referiré sólo a una problemática de las muchas que se atraviesan. Michoacán es un estado reconocido por su diversidad artesanal, que se evidencia en eventos como el tianguis de Domingo de Ramos en Uruapan o el de Día de Muertos en Pátzcuaro, que congregan a miles de productores de muchos oficios y de turistas. Eso tiene un aspecto positivo, pues hay mucha gente que viene de otras partes a adquirir sus bellas obras; sin embargo, situaciones de crisis en el estado, pueden desequilibrar gravemente las economías locales, que dependen de esas ventas. Así, el reto consiste en el mantenimiento del consumo local, que permite que la producción mantenga un ritmo más o menos constante, lo cual no deja de ser complicado habiendo productos más baratos y “novedosos” en competencia, los de plástico, por ejemplo.

Otro reto tal vez mayor es el que tiene que ver con el saber artesanal, pues hay oficios que se van extinguiendo. Si ya no se usan los petates para dormir, por ejemplo, quien sabe dónde y cuándo cortar el tule, cómo secarlo sin que pierda flexibilidad, cómo tejerlo, etc; dejará de transmitir su conocimiento y eso es una pérdida muy grande no sólo para el artesano, sino de conocimiento universal.

¿Qué nos dices sobre la tradición del rebozo entre las mujeres purhépechas de Michoacán?

Hace casi 20 años inicié una investigación sobre la producción y el uso de rebozos purhépechas. En ese tiempo tenía la idea de que el uso del rebozo estaba siendo rápidamente sustituido, porque las mujeres estaban haciendo cambios en su forma de vestir y eso haría que se dejaran de tejer en las



En trabajo de campo con mujeres tejedoras del colectivo Mindanao, Filipinas. Foto

localidades donde se producían; eso no sucedió y ahora hay más tejedoras de rebozos que antes; no sólo eso, está surgiendo una gran creatividad colectiva que incluso ha rebasado el gusto del ámbito purhépecha y muchas mujeres de otros lugares están usando rebozos; la cultura puede dar giros fascinantes.

5. ¿Por qué no debemos olvidar el pasado entre la relación de México y Filipinas?

Ese es otro tema fascinante que yo replantearía: ese pasado está en el olvido y hay que recuperarlo, pues dice mucho de nuestra identidad. Filipinas, ese lejano país asiático, fue durante la época colonial parte del virreinato de la Nueva España, es decir, de lo que hoy es México. Durante 250 años estuvieron unidos por un sistema comercial que trajo a México sedas, marfiles, alimentos y muchas

otras cosas de allá y que llevó otras tantas de aquí. He hecho trabajo de investigación recientemente en Filipinas y me he encontrado que la gente usa términos netamente mexicanos, como *tocayo*, *petate* y consume alimentos como camote, jícama y achiote (y así los nombra). Esto es sólo un pequeño apunte de las profundas relaciones culturales que tenemos



Wendy Klowil Kem Libun, Provincia de Cotabato del Sur, Filipinas. Foto: J.C. Castañeda (2017).

en común, pero que desconocemos. Es importante explorar más sobre ellas. En mi caso, lo hago desde las tradiciones textiles compartidas.

Como Profesora e Investigadora ¿Qué metas te has planteado con tus estudiantes a corto, mediano y largo plazo?

La principal meta en todos los plazos consiste en que identifiquen, reconozcan y fortalezcan su patrimonio biocultural. El nuestro es un país megadiverso y eso está directamente relacionado con las prácticas de manejo y conservación que tienen los pueblos indígenas. En contra de la historia del sistema educativo que proponía "integrar" a los indígenas, creemos que desde su plena autonomía los pueblos indígenas de México y del mundo han construido esquemas altamente funcionales de los que el resto de las sociedades debemos aprender

con humildad. En mi caso, aspiro a que el trabajo artesanal sea mejor comprendido y por ende, respetado para que florezca en su creatividad. Para eso, mi colega Eva Garrido y yo hemos diseñado una metodología de registro con la que trabajamos en el Reservorio Universitario de Oficios Tradicionales.

¿Qué proyecto actualmente diriges y cuáles son sus objetivos?

Uno de los proyectos ya lo mencioné, el Reservorio Universitario de Oficios Tradicionales, cuyo objetivo es trabajar con nuestros estudiantes en la identificación de oficios en riesgo de desaparecer, para hacer un registro de información lo más amplio posible, tanto de los procesos o secuencias técnicas, la cultura material, la tecnología y también sus aspectos simbólicos y estéticos, antes de que ya no haya practicantes.

Además, tengo el proyecto de investigación sobre tradiciones textiles de la cuenca del Pacífico, que comprende a México, otros países de Latinoamérica y Filipinas, que apunta a identificar los intercambios culturales que ha habido en esta amplia región desde la época colonial. Este es un proyecto individual, pero en el que aplico metodologías de varias disciplinas: la historia, la antropología, la arqueología.

Por supuesto, también me involucro en la asesoría de tesis, sobre todo aquellos que se interesan en el campo textil o artesanal.

¿Qué mensaje envías a estudiantes que desean realizar este tipo de investigaciones?

La exploración de la cultura es altamente gratificante. Penetrar en los detalles de la producción y del uso de objetos hechos a mano nos permite transformar nuestra percepción de las prácticas culturales. Este es un campo vastísimo, cuya investigación requiere desde laboratorios, como bibliotecas, museos y archivos, así como viajes y exploraciones de campo, da para todos los perfiles de investigación.

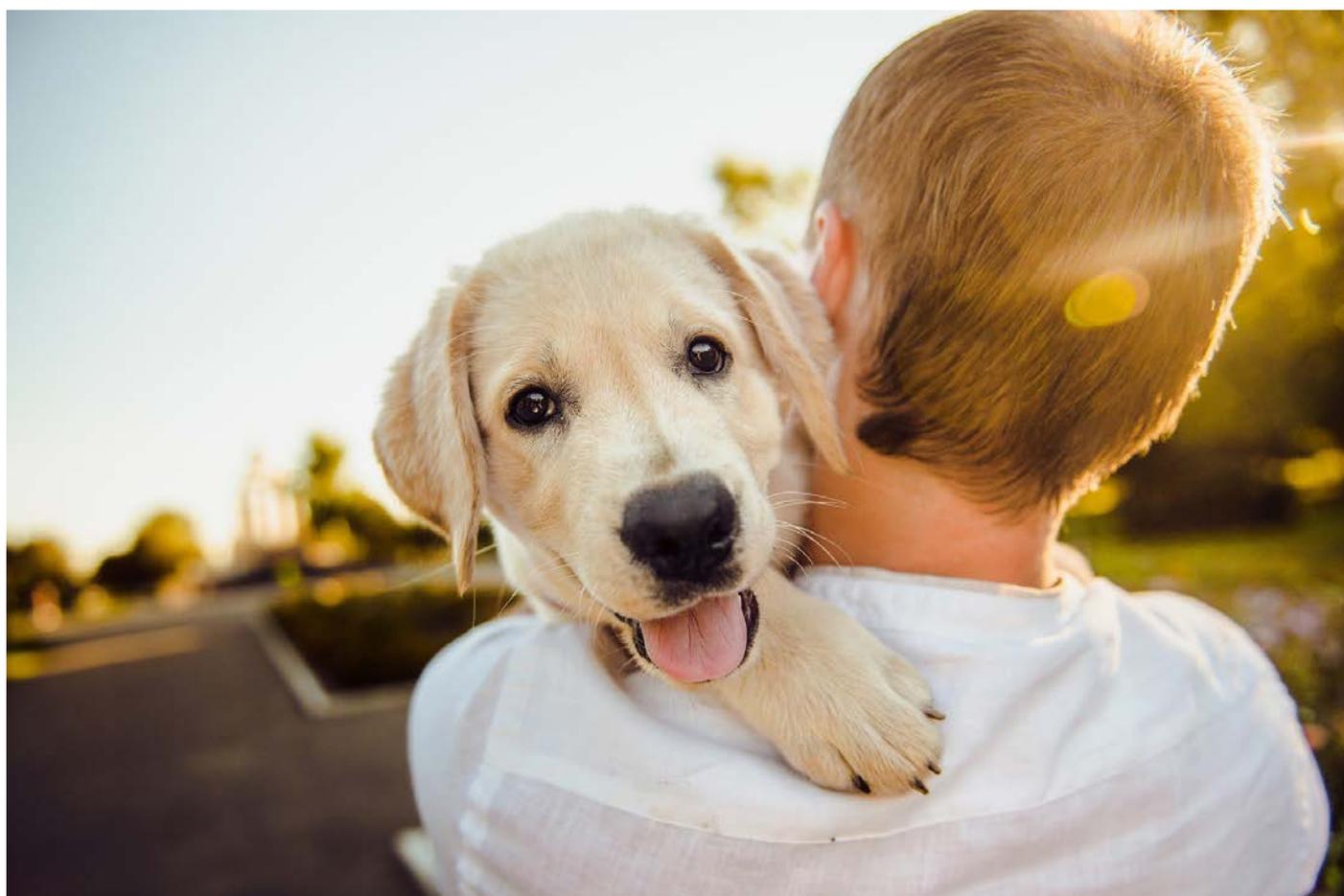
¿Cuál es tu opinión sobre la importancia de la divulgación de la ciencia en tu área de investigación?

Puedo dar constancia de que el 100% de las personas que accede a comprender lo profundo del conocimiento y habilidades que requiere la creación de los objetos artesanales, realiza un cambio en positivo respecto de su percepción de los mismos y de sus creadores. Esto ocurre tanto con nuestros estudiantes hijos de artesanos como con cualquier otra persona. Respetan, revaloran. Así, la divulgación del conocimiento es fundamental, no sólo para temas científicos en medicina o en astronomía, sino para construir cambios sociales: para erradicar la inequidad y el racismo que tanto lastiman a nuestro país.

ARTÍCULO

Humanos, mascotas y sentimientos

José Herrera Camacho y Liliana Márquez Benavides



Dra. Liliana Márquez Benavides, Profesora e Investigadora Titular adscrita al Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

lilimbenavides@gmail.com

Dr. José Herrera Camacho, Profesor e Investigador Titular adscrito al Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

josheca@gmail.com

Los perros (*Canis lupus familiaris*) han acompañado a la humanidad casi desde el inicio de la historia, de hecho, puede decirse que las historias de ambos se cruzaron en algún punto (hace cosa de 36 mil años) para ya jamás separarse. En los testimonios de nuestro desarrollo evolutivo — libros, murales, vasijas griegas, frisos babilónicos, coplas populares, códices, y más— **el perro es un personaje constante**, una presencia familiar que no se aleja, una compañía que no cesa. En particular en la cultura mexicana, el **Xoloixcuintle** —también llamado perro azteca—, tiene una importancia relevante ya que en la mitología mexicana, se creía que acompañaba a las almas de los difuntos en su viaje al Mictlán (el inframundo), por lo que es común verlo representado en los festejos del día de muertos. Alrededor del mundo, la cantidad de hogares que

poseen a un perro como mascota se incrementa, y para muchos dueños, los beneficios superan en gran medida los costos que representan la alimentación, los cuidados médicos y el aseo. Por ejemplo, podemos mencionar que una mascota genera en algunos dueños un **sentido de responsabilidad**, ya que de ellos depende el cuidado y protección del animal; adicionalmente, mejora la presión arterial, la condición física, mental y emocional, incluso algunos estudios han demostrado que reduce los niveles de colesterol, de ansiedad y de estrés mental, **crean menor sentimiento de soledad y depresión**, y además generan una mayor autoestima.

¿Cuántos años puede acompañarnos nuestra mascota?

Su compañía en la familia puede ser en promedio de 16 años humanos, lo que equivale a una edad entre 80 y 123 años perrunos, dependiendo del tamaño de la mascota. Publicaciones de hace algunos años, señalaban que un año humano equivalía a siete años perrunos; sin embargo, actualmente un artículo publicado en la sección *Science Alert* de la revista *Nature*, propone una equivalencia distinta dependiendo de la talla de la mascota, aunque **en todos los casos inicia a partir de los 14 años**. En el próximo cuadro te presentamos estas

equivalencias:

Independientemente de la equivalencia que se tome en cuenta, es importante tener presente que **el ciclo de vida de nuestros amigos perrunos es mucho más corto que el de un humano**, razón por la cual las funciones de los diferentes órganos y tejidos están programados para una funcionalidad a menor tiempo. Algunos signos de deterioro orgánico que podemos observar en las mascotas son: debilidad visual, incontinencia urinaria y afectaciones en las extremidades que comprometen la movilidad. Por ejemplo, en algunas razas como la del Pastor Alemán, la displasia de cadera es común.

Ya sea por enfermedad o bien porque biológicamente el organismo del perro o gato que nos acompaña en nuestra cotidianidad falla de manera natural, debemos tener en cuenta que el organismo de las mascotas **envejece más prematuramente que en los humanos**.

Despedirnos de nuestra mascota, principalmente de un perro—sin importar la talla que sea o si es raza pura o criollo—, **siempre será una situación dolorosa para los dueños** que lo han hecho parte de su familia. En esto coincide una colega muy preparada en la clínica de los animales de compañía, quien señala lo difícil que resulta para los integrantes de una familia decirle adiós a su mascota.

EQUIVALENCIA DE EDAD ENTRE LOS HUMANOS Y DISTINTOS TAMAÑOS DE RAZAS DE PERROS

AÑOS (HUMANO)	RAZA PEQUEÑA	RAZA MEDIANA	RAZA GRANDE	RAZA GIGANTE
1	15	15	14	14
2	23	24	22	20
3	28	29	29	28
4	32	34	34	35
5	26	37	40	42
6	40	42	45	49
7	44	47	50	56
8	48	51	55	64
9	52	56	61	71
10	56	60	66	78
11	60	65	72	86
12	64	69	77	93
13	68	74	82	101
14	72	78	88	108
15	76	83	93	115
16	80	87	99	123



La oxitocina y su función de apego

Algunos artículos publicados en revistas como *Science*, señalan que **el amor por nuestras mascotas** es equivalente al amor que sienten las madres por sus hijos. Esto es posible gracias a las concentraciones elevadas de la **oxitocina**, una hormona segregada al torrente sanguíneo que cumple con diversas funciones en el organismo, entre otras, crear lazos afectivos entre individuos, por ejemplo, madre e hijo, o entre mascotas y dueños.

Los primeros estudios al respecto —mediada por un componente hormonal—, fueron publicados en la revista *Science* en el año 2015, por investigadores de la Universidad de Azabu en Japón, quienes demostraron que la **interacción visual entre especies**, provoca un incremento en la concentración sanguínea de la oxitocina. Otros estudios realizados en Suiza y publicados recientemente, demostraron que en la medida en que el dueño acaricia a su mascota, la concentración de la hormona en sangre se incrementa, tanto en la mascota como en el dueño, logrando aumentar los **lazos afectivos**, razón por la cual, cuando nuestra mascota nos vuelve a ver después de una ausencia de horas o días, expresa su alegría ladrando y moviendo la cola de manera efusiva.

¿Por qué sentimos dolor cuando nuestra mascota muere?

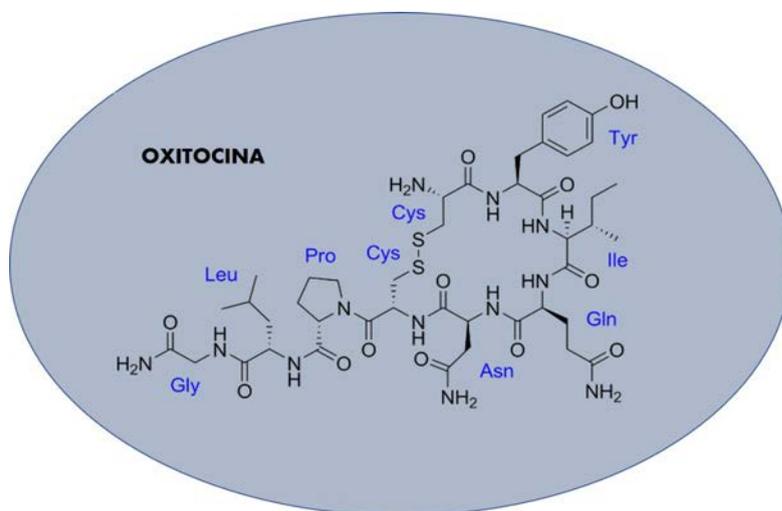
La pérdida de una mascota, cuando forma parte del núcleo familiar por muchos años, siempre provocará un sentimiento similar al que sentimos cuando muere una persona cercana. Algunos psicólogos mencionan que esta situación se presenta porque **el perro o el gato, tam-**

bién forman parte de ese núcleo cercano, donde la oxitocina tiene un papel fundamental al crear lazos afectivos entre individuos, ya sea entre la madre y el hijo, o la mascota y sus dueños. Al respecto, investigadores del Istituto Superiore di Sanità, en Roma, Italia, publicaron un artículo titulado “La cara de las mascotas: mecanismos ocultos de las relaciones humano-animal”, donde dejan de manifiesto que una característica importante en el apego entre mascota y humano, es **el rostro infantil de la mascota** que causa una sensación de ternura y promueve su protección.

Algunas experiencias con amigos cercanos, me han demostrado que cuando una mascota muere, **el sentimiento de pérdida permanece entre 6 y 12 meses**, tiempo en el cual la familia no acepta a otra mascota en el hogar, lo cual es entendible porque se atraviesa por un proceso de duelo en el que se debe aceptar que la mascota fallecida ya no está para recibirnos al llegar a casa.

Superando la pérdida de la mascota

En general, las personas a tu alrededor no entenderán tu dolor y pensarán que exageras al expresar tu tristeza. No obstante, algunos especialistas sugieren que, tras la pérdida de una mascota, **es válido expresar tu tristeza**, reconocer la pérdida y manifestar tu dolor a través del llanto. Es preciso tener en cuenta que cuando la mascota que te ha acompañado durante muchos años ya cumplió su ciclo de vida, **tú no eres el culpable**, es un proceso biológico de todos los seres vivos donde nacen, crecen, se reproducen y mueren. Ten en cuenta que fuiste un dueño responsable que le brindó la mejor



de las atenciones, que tuviste un compañero de juegos que siempre se alegraba de verte moviéndote la cola en señal de bienvenida. Es necesario que sepas que durante las primeras semanas te sentirás triste, así que si no tienes ganas de hablar del tema, no lo hagas; si prefieres quedarte el fin de semana en casa, hazlo; pero ten en cuenta que en algún momento deberás regresar a tu vida habitual.

Por último, recuerda a tu perro o gato haciendo travesuras y estando feliz a tu lado. Trata de no guardar ningún elemento que utilizaba porque te producirá más dolor. Seguramente hay muchos animales sin hogar que necesitan comida, camas o juguetes. Es altamente recomendable **esperar un tiempo prudente para llevar otra mascota a casa**. Una vez que sepas que no será un reemplazo y estés listo para darle la oportunidad a un nuevo integrante de la familia, ¡hazlo!

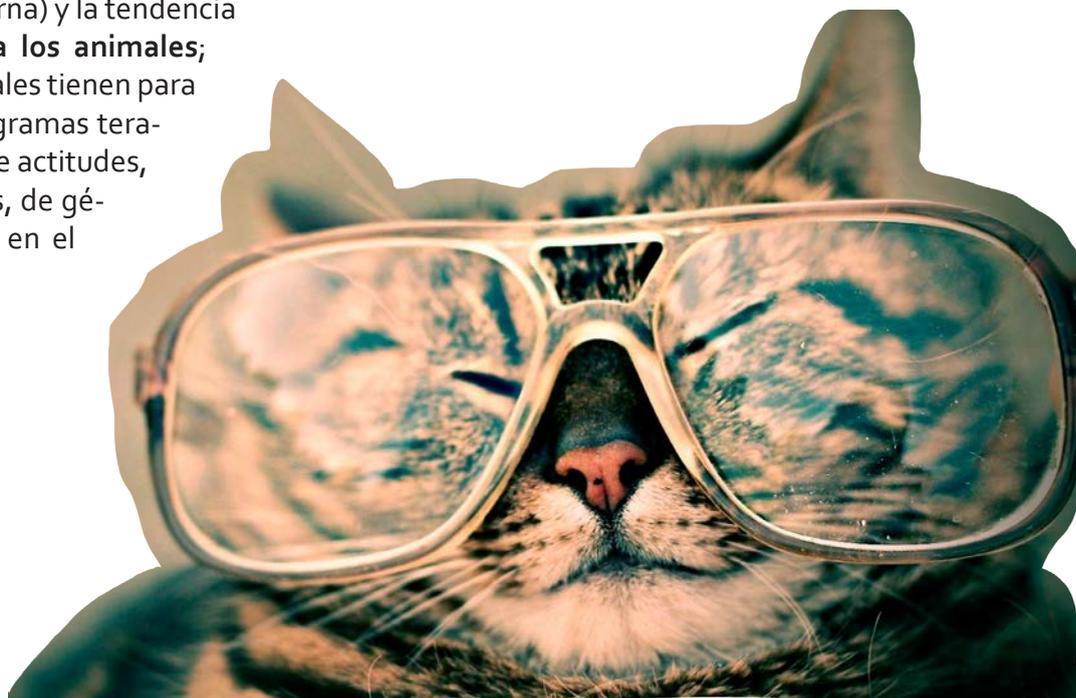
Componente psicológico de la interacción humanos-mascotas

La antrozoología es la ciencia que estudia la interacción y los vínculos humano-animal. En este sentido, la antrozoología ha investigado, por ejemplo, los factores evolutivos implicados en la biofilia o **respuesta al esquema infantil** (respuesta a lo adorable o respuesta tierna) y la tendencia humana **a humanizar a los animales**; los efectos que los animales tienen para la salud humana en programas terapéuticos; la formación de actitudes, las diferencias culturales, de género y de personalidad en el

trato, el apego y crueldad hacia los animales; entre otros temas.

El Dr. John Bradshaw, de la escuela veterinaria de la Universidad de Bristol en Reino Unido, publicó recientemente una exhaustiva teoría acerca de que **solamente los humanos mantienen mascotas** y trata de explicar el porqué. La teoría es polémica ante varios reportes de animales manteniendo mascotas, pero el Dr. Bradshaw explica que lo hacen bajo ciertas condiciones: cuando están en cautiverio o semi cautiverio (zoológicos, santuarios y entornos de laboratorio). En algunos casos de primates, parece que éstos mantienen mascotas, pero usualmente las matan y prefieren jugar con sus cuerpos muertos. La teoría sostiene que en estado salvaje no existe hasta hoy, evidencia de que especies animales mantengan mascotas por lo que no deben confundirse algunas actitudes con lo que en realidad es una adopción.

La pregunta se mantiene y toca a ti responder **¿Por qué tienes mascotas?** En todo caso, e independientemente de tu respuesta, recuerda que el ser humano es el único animal que mantiene miembros de otra especie por periodos extendidos de tiempo, únicamente con el propósito de disfrutarlo.



Gómez G.L.F., Atehortúa H.C.G. y Orozco P.S.C. (2007). La influencia de las mascotas en la vida humana. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20(3):377-386. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=295023025016>

Gutiérrez G., Granados D.R. y Piar N. (2007). Interacciones humano-animal: características e implicaciones para el bienestar de los humanos. *Revista Colombiana de Psicología*, 16:163-183.

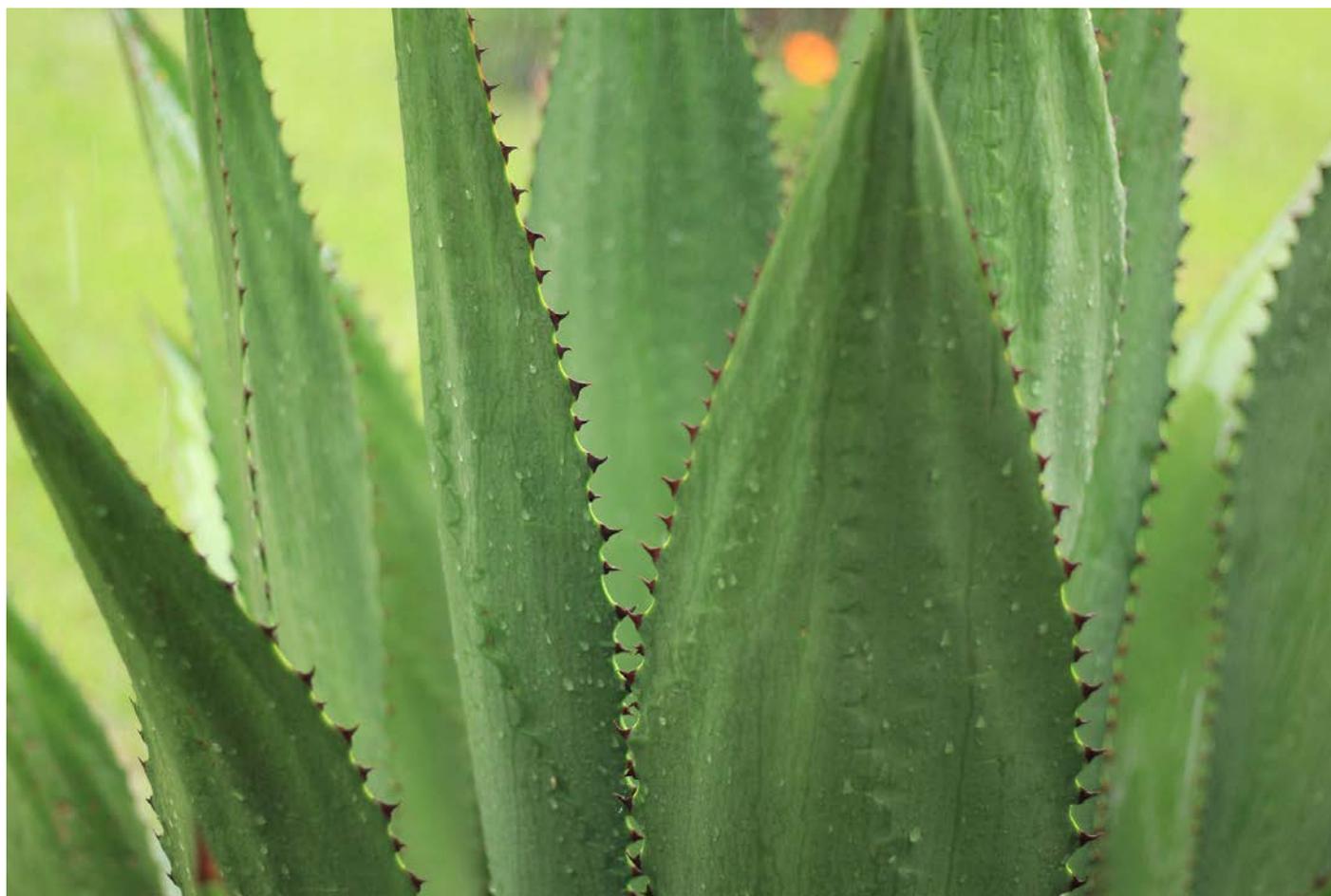
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=804/80401612>

Videla D.M., Olarte M.A. y Camacho M.J. (2015). Antrozoología: definiciones, áreas de desarrollo y aplicaciones prácticas para profesionales de la salud. *European Scientific Journal*, 10(11):185-210. <https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/5592/5388>

ARTÍCULO

Pulque: Una bebida con prebióticos

Juan Carlos González-Hernández y Evelyn Vázquez Chávez



Juan Carlos González-Hernández, Profesor e Investigador Titular del Instituto Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Morelia.

jcgonzal@itmorelia.edu.mx

Evelyn Vázquez Chávez, Ingeniero Bioquímico egresada del Instituto Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Morelia.

evelyno10@hotmail.com

El pulque es una **bebida tradicional mexicana** utilizada y consumida por las culturas ancestrales de México desde hace más de 200 años. Sus características principales son: coloración blanca, aroma fuerte, viscosa y alto contenido alcohólico. El pulque se obtiene a partir de diversas especies de magueyes, las que científicamente han sido clasificados como agaves (género *Agave*); por mencionar algunas tenemos: *A. americana*, *A. atrovirens*, *A. ferox*, *A. mapisaga*, *A. salmiana*, *A. lehmannii*, *A. cochlearis* y *A. attisima*. En este artículo nos enfocamos a resaltar las propiedades prebióticas del pulque que se obtienen de estas interesantes plantas: los magueyes pulqueros.

Los magueyes pulqueros

Los magueyes para crecer de manera óptima deben estar en zonas húmedas para poder alcanzar su etapa madura. Una vez que se encuentran en esta etapa, se cortan las pencas suaves que se encuentran en el centro mediante un proceso llamado "picazón", y con el cual se hace más grande la cavidad del maguey. Enseguida se inicia el raspado en la cavidad para obtener la savia, llamada "aguamiel" del maguey; en ese momento, se debe realizar el proceso de raspado cada 12 horas: una por la mañana y otra por la tarde. Para obtener el pulque, se debe dejar fermentar el aguamiel durante aproximadamente 24 horas, este proceso se acelera agregando una porción de pulque ya fermentado, lo que reduce el tiempo requerido de la fermentación.

El aguamiel está enriquecido principalmente con azúcares como fructosa, sacarosa y glucosa que son el alimento de las bacterias presentes en esta savia, y son las responsables de que ocurra la fermentación para la obtención del pulque. La especie de maguey que mayoritariamente se encuentra en la región de Tarímbaro, Michoacán, México, es *A. mapisaga*, muy utilizado en esta zona para la obtención de aguamiel y producción de pulque.

El pulque contiene prebióticos

El pulque tiene una consistencia viscosa debida a la presencia de azúcares complejos, que se producen durante el proceso de fermentación llamados *prebióticos*, considerados así a los componentes fermentados que dan lugar a cambios específicos en la composición y/o la actividad de la **microbiota gastrointestinal**, confiriendo beneficios a la salud a quienes preferimos tomar esta bebida ancestral.

Pero ¿Qué son los prebióticos?

Un prebiótico es una sustancia química compuesta de azúcares que no puede ser digerida por el humano, ya que no cuenta con las **enzimas digestivas** para metabolizar estos compuestos. Estos viajan hasta el colón donde se encuentran con bacterias **probióticas**, que la Organización Mundial de la Salud (OMS) define como microorganismos vivos que cuando son administrados en una cantidad adecuada, ejercen un efecto beneficioso sobre la salud del huésped, estos cuentan con las enzimas para poder degradarlos y hacerlos disponibles al huésped.

La interacción entre prebióticos y probióticos, causan un efecto benéfico para la salud, ya que producen sustancias que inhiben el crecimiento de la **microbiota patógena** en el intestino, debido a la proliferación de bacterias benéficas. Otro beneficio importante de esta interacción, es que **previenen la aparición de cáncer de colon** por la inhibición que ejercen sobre agentes cancerígenos. Una aplicación de las más importantes de los prebióticos, es la adición a productos alimenticios tales como el yogur, quesos, leche, cereales, pan y jugos, aumentando así su poder funcional y nutricional.

A los productos que contienen tanto probióticos como prebióticos, se les considera **simbiótico**, un término otorgado a los productos en los que el prebiótico selectivamente favorece al componente probiótico.

¿Científicamente, qué se está haciendo?

Aunque hay diversos grupos de investigación científica dedicados al estudio de esta bebida, en nuestro equipo de trabajo hemos comenzado a



Pulque elaborado de *Agave mapisaga* en Tarímbaro, Michoacán. Fotografía de González-Hernández J.C.

PRINCIPALES SIMBIÓTICOS	PRINCIPALES PREBIÓTICOS	PRINCIPALES PROBIÓTICOS
<i>Lactobacillus plantarum</i> 299 y 10 g de fibra de avena.		<i>Saccharomyces boulardii</i> ,
<i>Lactobacillus sporogens</i> + Fruto-oligosacáridos.	Fruto-oligosacáridos (FOS)	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG
Synbiotic 2000: 101 UFC de cada: <i>Pediococcus</i>	Galacto-oligosacáridos (GOS)	<i>Bifidobacterium bifidum</i>
<i>pentoseceus</i> 5-33:3, <i>Leuconostoc mesenteroides</i> 32-77:1,	Inulina	<i>Lactobacillus plantarum</i> 299
<i>Lactobacillus paracasei</i> sp. <i>paracasei</i> 19, <i>Lactobacillus</i>	Trans-galacto-oligosacáridos (TOS)	<i>Lactobacillus sporogens</i>
<i>plantarum</i> 2362 y 2,5 g de cada uno de betaglucanos,	Beneo Synergy 1 (SYN1):	<i>Enterococcus</i> SF68
inulina, pectina y almidón resistente.	oligofruktosa-inulina	<i>Lactobacillus reuteri</i>
Synbiotic 2000 Forte: 101 UFC de: <i>Pediococcus</i>	Lactulosa	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
<i>pentoseceus</i> 5-33:3, <i>Leuconostoc mesenteroides</i> 32-77:1,	Fibra de avena ^a	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>
<i>Lactobacillus paracasei</i> sp. <i>paracasei</i> 19, <i>Lactobacillus</i>	Cebada germinada ^a	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
<i>plantarum</i> 2362 y 2,5 g de cada uno de: inulina, fibra	Goma guar hidrolizada ^a	<i>Bifidobacterium lactis</i>
de avena, pectina y almidón resistente.	Almidón resistente ^a	<i>Bifidobacterium infantis</i>
Oligofruktosa + inulina (SYN1) + <i>Lactobacillus</i>	<i>Plantago ovata</i> ^a	<i>Bifidobacterium longum</i> BB 536
<i>rhamnosus</i> GG y <i>Bifidobacterium lactis</i> Bb12.	Betaglucano ^a	<i>Lactobacillus acidophilus</i> NCFB 174
Golden Bifid: <i>Bifidobacterium bifidum</i> , <i>Lactobacillus</i>	Pectina ^a	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG
<i>bulgaricus</i> y <i>Streptococcus thermophilus</i> con FOS.		<i>Bifidobacterium lactis</i>
^a No cumplen estrictamente el criterio de prebiótico	Tomado y modificado de Oliveira y González-Molero (2016)	

realizar **estudios con el aguamiel**, logrando recuperar 74 microorganismos diferentes, entre hongos, levaduras y bacterias. Hasta el momento hemos identificado molecularmente 5 bacterias que se encontraban en la bebida de aguamiel, las cuales resultaron ser bacterias comunes que pueden habitar el intestino del humano. La identificación de las bacterias se realizó mediante **ensayos bioquímicos**, y actualmente estamos en la fase de estudio molecular, realizando la extracción de ADN de dichos microorganismos para aportar a su identificación molecular.

Esta investigación es importante porque nos permitirá evaluar la capacidad de producción de prebióticos en el aguamiel durante su fermentación, procedimiento que ha sido complejo debido a que las condiciones de la experimentación no han sido alcanzadas para poder determinar la producción de estos. Esperamos aportar con nuestros resultados un mejor aprovechamiento de las propiedades del aguamiel, y dar un alto valor agregado y significativo en el mercado mexicano, ya que

el **consumo de pulque ha decaído** en los últimos años perdiendo valor comercial.

¡Consumamos alimentos funcionales!

La utilización de prebióticos, probióticos y simbióticos, está siendo utilizada como **terapia en aspectos clínicos**, y también se ha aplicado en el desarrollo de alimentos funcionales que aporten carbohidratos no digeribles, que puedan proporcionar sustrato para la nutrición y desarrollo de las **bacterias del colon**. El desarrollo de alimentos funcionales es una importante oportunidad de contribución para que se mejore la calidad de la dieta y los alimentos que pueden afectar de forma positiva la salud de cualquier individuo.

Es importante señalar que **los alimentos pueden ser funcionales** para un grupo en general o para grupos particulares de la población, los cuales se definen por las características de género, edad, origen, nacionalidad, entre otras.

Esta bebida, elaborada y muy aceptada por nuestros ancestros, es una propuesta de alimento funcional por sus propiedades prebióticas.



Corzo N., Alonso J.L., Azpiroz F., et. al. (2015). Prebióticos; concepto, propiedades y efectos beneficiosos. *Nutrición Hospitalaria*, 31(1):99-118.
<http://www.aulamedica.es/nh/pdf/8715.pdf>

Oliveira G. y González-Molero I. (2016). Actualización de probióticos, prebióticos y simbióticos en nutrición clínica. *Endocrinología y Nutrición*, 63(9):482-494.

<https://www.elsevier.es/es-revista-endocrinologia-nutricion-12-pdf-S1575092216301139>

Urías-Silvas J.E. y López M.G. (2004). Efecto prebiótico de los fructanos de Agave. 1er. Encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia. León, Guanajuato.
http://congresos.cio.mx/1_enc_mujer/files/Extensos/Posters/B-03.pdf

ARTÍCULO

Las plantas se defienden

Nayeli Yolanda Martínez Soto y José Antonio Cervantes Chávez



Nayeli Yolanda Martínez Soto, Ingeniero en Biotecnología y extensionista en la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDEA), Querétaro, México.

nayee0919@gmail.com

José Antonio Cervantes Chávez, doctor en Biotecnología de Plantas e Investigador en la Unidad de Microbiología Básica y Aplicada de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro.

jose.antonio.cervantes@uaq.mx

Las plantas que tenemos en nuestros jardines o de las que nos alimentamos, son **sésiles**, por lo que pueden ser atacadas por un sin número de organismos, incluso ser comidas. Entre los **patógenos** que pueden atacarlas encontramos las bacterias, los hongos, los virus, los viroides y los fitoplasmas. No obstante, las plantas poseen interesantes **mecanismos de defensa** que actúan evitando que enfermen o bien ayudan a que los signos de la severidad de la enfermedad sean menores, puesto que hay enfermedades que no solo se reflejan en la calidad de la flor o el fruto, sino que pueden llegar a matar a la misma planta.

En los sistemas de defensa propios de las plantas, encontramos los de tipo **estructural y bio-**



químico (que pueden ser naturales o inducidos), los cuales disminuyen los daños ocasionados por el ataque de **fitopatógenos** o de otros factores como el **estrés abiótico** (temperatura, humedad, nutrición, entre otros). Las plantas también cuentan con mecanismos de resistencia que en ocasiones le confieren cierta tolerancia al ataque de los patógenos, es decir, no le causan daño.

Pero ¿Cómo se defienden las plantas?

Los fitopatógenos, organismos que infectan y dañan las plantas, están presentes en el medio ambiente; sin embargo, no siempre las vemos enfermas, pero ¿Cómo es posible? La respuesta está, en que para que una planta se enferme, deben coincidir tres elementos: el hospedero (planta que será infectada), el patógeno (microorganismo dañino) y un ambiente favorable (factores abióticos). A este conjunto de elementos se le conoce como la **tríada de la fitopatogenicidad**.

Las plantas son mucho más susceptibles a ser infectadas cuando se encuentran en un ambiente

con **factores abióticos** (componentes no vivos de la naturaleza), lo cual resulta desfavorable en condiciones extremas, destacando: la deficiencia o exceso de nutrientes, temperatura ambiental, humedad, salinidad o acidez del suelo/agua, etc.

Por ejemplo, si hay un **exceso de agua** por regar demasiado una planta, al no alcanzar un filtrado del 100 % de este líquido, se genera un ambiente de alta humedad relativa (mucho humedad), la cual además de generar un estrés, también propicia el **desarrollo de hongos**. Si recordamos el triángulo de la fitopatogenicidad, ya tenemos los componentes ideales para el desarrollo de una enfermedad.

Otro ejemplo es cuando una planta **no tiene los nutrientes necesarios** para crecer y desarrollarse, lo cual resulta en que sus funciones vitales disminuyen; si a esto le agregamos el ataque de un fitopatógeno, la planta es infectada más fácilmente, llevándola en ocasiones hasta la muerte. En el caso contrario, cuando existe un **exceso de nutrientes**, se puede llegar a generar condiciones tóxicas para la planta e inhibir el correcto desarrollo de la misma. Tanto las plantas de vida silvestre como las de interés agronómico, son susceptibles de esto y pueden enfermar drásticamente si no se defienden.

¿Cuáles son los principales mecanismos de defensa de las plantas?

Las plantas poseen ciertas estructuras propias de composición anatómica para tratar de impedir el ataque de algunos de los patógenos que las acechan, clasificándose como **estructurales y bioquímicas**. Dentro de las estructurales están principalmente la pared celular, las ceras y los tricomas. Por otro lado, existe otra barrera mucho más com-



Plantas enfermas de jitomate, cultivadas en invernadero. Fotografía de Martínez Soto, 2018

DEFENSAS ESTRUCTURALES

- **La pared celular:** Es la capa externa que cubre, da forma y protege a las células que están implicadas en una gran variedad de funciones, como son la producción del propio alimento, el almacenamiento del mismo, el desarrollo de tallos, flores y hojas. Cuando la pared celular entra en contacto con bacterias patógenas, se hincha y atrapa a éstas, impidiendo su reproducción.
- Las ceras que están presentes en hojas y frutos, dificultan que se peguen algunos patógenos.
- Los tricomas son "vellitos" que tienen las plantas en los tallos, hojas y flores y que les sirven de protección contra patógenos.



DEFENSAS BIOQUÍMICAS

- **Ácido salicílico.** Disminuye la susceptibilidad a agentes patógenos, además de que incrementa la resistencia al frío.
- **Ácido málico.** Confiere resistencia ante el ataque de hongos.
- **Ácido cítrico.** Evitar el estrés en las plantas cuando se encuentran en condiciones de altas temperaturas-
- **Fitoalexinas.** Se inducen para controlar la infección.
- **Sílice.** Refuerza la pared celular de tallos y hojas.
- **Elicitores.** Compuestos que alertan a la planta de un posible ataque y activan las respuestas defensivas cuando ya está el patógeno presente, es decir es una respuesta tardía. Los elicitores más comunes son fragmentos de la pared celular del patógeno o de la planta, puesto que el patógeno causa destrucción al tratar de entrar.



pleja e interesante que está dada por compuestos químicos que son producidos por la misma planta, y que le ayudan a mantener su estado de bienestar, algunos siempre están presentes y otros solo los produce cuando el patógeno se prepara para atacar.

Existen además algunos tipos de resistencia, cuya actividad ayuda a que las plantas se enfermen lo menos posible. Entre ellas encontramos:

Resistencia de planta no hospedera. Este tipo de resistencia mantiene a la planta protegida ante ciertos microorganismos específicos. Por ejemplo, el hongo que infecta a la planta de maíz, que produce el huitlacoche (*Ustilago maydis*), solo infectará al maíz y al teocintle, que es el ancestro del maíz, pero no infectará a una planta de pepino o calabaza.

Resistencia horizontal. Depende de la acción de algunos genes, por lo general, se presenta en todas las plantas. Esta respuesta se observa en diferentes grados de infección con diversos patógenos y, aun así, las plantas son lo suficientemente fuertes para vencer y recuperarse del ataque del patógeno.

Resistencia vertical. Esta resistencia evita que el patógeno pueda infectar a la planta y se reproduzca hasta causar daños, es específica. La planta posee genes de resistencia y los patógenos tienen genes de avirulencia, cuando los productos de estos interactúan, se controla cuando el patógeno recién llega a la planta y se dispone a atacar.

Respuesta hipersensible. También encontramos que las plantas pueden desarrollar una muerte por "necrosis" rápida y localizada de las células que estuvieron cerca o en contacto con el patógeno. Sucede en las primeras 24 horas del ataque, evitando así que el patógeno se extienda a otras partes de la planta.

«Con esto, ahora sabemos que, si las plantas utilizan todos estos recursos de defensa, hacen frente a muchos de los patógenos que las atacan, SE DEFIENDEN para continuar creciendo y producir sus flores y frutos, los cuales serán alimentos de los diferentes consumidores incluyendo a nosotros, los seres humanos»



Agrios G.N. (2005). *Fisiopatología de las plantas* (ed. 5). California: Elsevier, Academic Press, 838 p.
<http://biblioteca.utsem-morelos.edu.mx/files/asp/biologia/FITOPATOLOGIA%20-%20George%20N-Agrios.pdf>

INTAGRI. (2017). Mecanismos químicos de defensa en las plantas. *Artículos Técnicos de INTAGRI*, Serie Fitosanidad, 86:1-3.

<https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/mecanismos-quimicos-de-defensa-en-las-plantas>

INTAGRI. (2017). La Inducción de defensa en las plantas a través de elicitores. *Artículos Técnicos de INTAGRI*, Serie Fitosanidad, 92:1-6.

<https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/la-induccion-de-defensa-en-las-plantas-a-traves-de-elicitores>.

ARTÍCULO DE PORTADA

Un dúo peligroso: Calentamiento global y virus tropicales

Nallely Itandehui García Larragoiti y Martha Eva Viveros Sandoval





En los últimos años se han hecho evidentes los efectos del **calentamiento global**, pero sus consecuencias van mucho más allá del hecho de que el comportamiento meteorológico atípico sea más recurrente o que las alteraciones en el medio ambiente sean más palpables. El fenómeno del calentamiento global está modificando el comportamiento de distintas especies, su distribución geográfica e incluso su código genético. Mientras la mayoría padecemos los estragos del aumento de la temperatura, para algunas especies, como es **el caso de algunos virus, resulta especialmente favorable** permitiéndoles expandirse a regiones más altas o con condiciones climatológicas extremas.

Pero, primero entendamos ¿Qué es el cambio climático?

Hasta hace algunas décadas, el cambio climático era un tema que se discutía únicamente en foros científicos y laboratorios especializados; no obstante, hoy en día se ha convertido en un **tema cotidiano** que acapara portadas de periódicos, programas en televisión y sobre todo en redes sociales. Es motivo de elaboración de acuerdos internacionales para aminorar sus efectos y también de discusiones acaloradas entre mandatarios, científicos y activistas, se convirtió en un tema de moda del que muchos opinan **pero realmente pocos conocen**.

La organización Greenpeace define a el cambio climático como la mayor amenaza medioam-

biental a la que se enfrenta la humanidad, mientras que la Organización Mundial de la Salud (OMS), la describe como una serie de alteraciones que influye en los determinantes sociales y medioambientales de la salud.

La evidencia científica reporta un aumento en la temperatura media mundial de 1.1 °C desde la época preindustrial, y en los peores escenarios, la temperatura podría aumentar hasta **4.8 °C para final de este siglo**.

A pesar de esto, es importante recordar que el cambio climático no se refiere solo a un aumento en las temperaturas medias globales y sus efectos sobre las precipitaciones pluviales —fenómenos meteorológicos extremos como tormentas y huracanes, que son importantes tanto para el ser humano como para las actividades que realiza como las agrícolas—, sino que también tiene **repercusiones en la salud**. Es precisamente este último punto el tema del presente artículo, en el que describimos cómo el cambio climático influye en las enfermedades transmitidas por vectores o enfermedades tropicales.

Enfermedades tropicales, sus vectores y el cambio climático

Las enfermedades transmitidas por vectores o enfermedades tropicales representan más del 17% de todas las enfermedades infecciosas, y **provocan cada año más de setenta mil muertes**. Estas enfermedades están estrechamente relacio-



https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/styles/normalresponsive/public/viralinfection-mosquitoes-cover-pic.jpg?itok=_Elt3Vak



nadas con variaciones en la temperatura, de hecho, a la mayoría de ellas se les conoce como **enfermedades tropicales**, y como su nombre lo indica, un clima tropical trae consigo un aumento de los vectores que las transmiten.

Según la OMS, **los vectores son organismos vivos** capaces de transmitir enfermedades infecciosas entre personas, o de animales a personas. Muchos de esos vectores son **insectos hematófagos**, es decir, que ingieren los microorganismos patógenos como parásitos, bacterias o virus, junto con la sangre de un portador infectado y posteriormente los transfieren a un nuevo portador al alimentarse de su sangre.

Los mosquitos son los vectores de enfermedades mejor conocidos, y aunque cueste creerlo, son **asesinos implacables**. De hecho, se encuentran clasificados entre los animales más letales del mundo, debido a que pueden infectarse con virus peligrosos u otros organismos y transmitirlos a través de una picadura. Se sabe que los mosquitos que transmiten estas enfermedades son extremadamente sensibles a la temperatura, y que su ciclo de

vida y reproducción dependen de diversos factores como la lluvia, la posición geográfica e incluso la urbanización.

Hoy en día se sabe que existen cientos de virus que se transmiten por picaduras de mosquitos, de los cuales unos treinta son conocidos por causar enfermedades en seres humanos. Entre todos ellos, *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* son los mosquitos más importantes como vectores de enfermedades tropicales.

***Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* ¿Qué hacemos con ellos?**

Estas dos especies de mosquitos son los responsables de transmitir enfermedades virales infecciosas como Dengue, Zika, Chikungunya y Fiebre amarilla, las cuales causan millones de muertes anuales en todo el mundo. El aumento en la prevalencia de estas enfermedades en numerosas regiones del planeta, constituye ejemplo claro de asociación entre el cambio climático y sus efectos sobre la salud humana.

La **expansión de estos dos vectores** a zonas geográficas cada vez más al norte, está ocasionando una creciente preocupación y las predicciones a futuro hechas por modelos matemáticos no son alentadoras, ya que se estima que para 2030 y 2050, ambas especies se establecerán en nuevos hábitats y expandirán sus nichos ecológicos a medida que cambia el clima, lo cual originará un aumento exponencial en el número de infecciones y muertes causadas por estos virus. Se cree que la mitad de la población mundial estará expuesta a infecciones por estos virus en los próximos años.

¿Los virus se pueden adaptar?

Cuando hablamos de adaptación o de cómo afecta el clima a estas enfermedades transmitidas por vectores, generalmente se hace referencia al mosquito que porta al virus; sin embargo, la **coevolucón** entre los mosquitos y los virus debe ser analizada como un producto de diversos procesos fisiológicos.

Los virus son **organismos intracelulares** altamente desarrollados y eficientes, contienen un genoma de ARN o ADN que está protegido por una membrana proteica. Su propagación depende de las células que infecta ya que los virus son acelulares y carecen de la compleja maquinaria metabólica y biosintética de las células eucariotas o procariotas.

Por estas características, se ha discutido por mucho tiempo si los virus son seres vivos o no. A pesar de que no cumplen en el sentido estricto de la palabra con los cuatro postulados de la teoría celular para ser considerados "vivos", los virus están presentes en casi cualquier lugar del mundo y coexisten con todos los seres vivos.

Estos organismos han sido capaces de desarrollar interacciones duraderas y de gran éxito con sus anfitriones. **Tienen estrategias especializadas** dirigidas a maximizar la tasa de invasión, pueden seleccionar al hospedador de acuerdo a características que le permitan ampliar su ciclo de vida y la fertilidad. También hay evidencia de que una vez dentro del organismo hospedador, los virus utilizan métodos especializados para facilitar su replicación y evadir respuestas antivirales específicas que faciliten la transmisión confiable a la progenie.

Además, las características genómicas de los virus les permiten cambiar a través del tiempo; no obstante, esto no implica necesariamente el surgimiento de nuevas especies, sino mutaciones que pueden dar lugar a cambios en el comportamiento del virus.

En condiciones normales, la mayoría de estas variantes permanecen silenciadas o se expresan en frecuencias muy bajas, siempre y cuando el ambiente del que dependen siga siendo constante. Si estas condiciones se modifican, como sucede con el cambio climático, estas variantes comienzan a expresarse y a sustituir al genoma original.

La variante del virus que mejor se adapte a las nuevas condiciones se convertirá en la especie dominante y desplazará a su

antecesora.



¿Qué podemos hacer al respecto?

En cualquier caso, está claro que el mundo está cambiando, que el cambio climático es una realidad y que es necesario entender la variabilidad de los virus, la interacción entre los vectores que los transmiten y su relación con las nuevas condiciones climatológicas.

El uso de energías renovables es una de las alternativas para **aminorar los efectos del cambio**

climático, así como prescindir de los combustibles contaminantes y sobre todo, fomentar una cultura de cuidado al medio ambiente. La tarea que tenemos por delante no será fácil, pero la amenaza latente de seres sumamente adaptables como los virus, los convierte en un factor más que se añade al grave problema entre los muchos retos que implica el cambio climático, una razón más para intentar frenarlo.



Nallely Itandehui García Larragoiti, es Estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas en el Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología de la Facultad de Medicina

Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

garcia_larragoiti@hotmail.com



Martha Eva Viveros Sandoval, Profesora e Investigadora Titular del Laboratorio de Hemostasia y Biología Vascular en la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ciencias Médicas

y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez" de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

marthaevaviveros@yahoo.com.mx



Cavicchioli R., Ripple W.J., Timmis K.N. et al. (2019). Scientists' warning to humanity: microorganisms and climate change. *Nature Reviews Microbiology*, 17:569-586.
<https://www.nature.com/articles/s41579-019-0222-5#citeas>

National Geographic en Español. (2007). El cambio climático precipita el aumento del dengue.

<https://www.ngenespanol.com/fotografia/cambio-climatico-precipita-aumento-del-dengue/>

OMS. (2003). Cambio climático y salud humana - Riesgos y respuestas, 38 p.
<https://www.who.int/globalchange/publications/en/Spanishsummary.pdf?ua=1>

ARTÍCULO

Anfibios y reptiles: Una batalla contrarreloj

Jorge Alejandro Marroquín Páramo e Ileri Suazo Ortuño



Jorge Alejandro Marroquín Páramo, Estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas en la Opción Recursos Bióticos adscrito en el Laboratorio de Herpetología del Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales (INIRENA) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. jorgemapaz4@gmail.com

Ileri Suazo-Ortuño, doctora en Ciencias Biomédicas y Profesora e Investigadora del Laboratorio de Herpetología del Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales (INIRENA) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. ileri.suazo@gmail.com

¡Los anfibios y reptiles se suman a la sexta extinción!

La apertura de los bosques para siembra y pastoreo necesarios para alimentar a las más de siete mil quinientos millones de personas que habitamos en el planeta, la introducción de especies exóticas, el tráfico ilegal de especies, la contaminación ambiental, las enfermedades emergentes causadas por infecciones y el cambio climático global, ponen **en riesgo de extinción a los anfibios y los reptiles**, animales considerados muy vulnerables ante la situación actual de nuestro planeta.

Dentro de los vertebrados terrestres —anfibios, reptiles, aves y mamíferos—, los anfibios y reptiles son los dos grupos que actualmente enfrentan el mayor riesgo de desaparecer. De acuerdo con la

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, se calcula que en conjunto, cuentan con más especies en alguna categoría de extinción.

Estos grupos integrados principalmente por sapos, ranas y salamandras (anfibios), y serpientes, lagartijas, cocodrilos y tortugas (reptiles), tienen características muy particulares que los distinguen, pero que los hacen también vulnerables a los efectos negativos de las actividades humanas y disturbios naturales.

Los anfibios, por ejemplo, se caracterizan por tener una **piel altamente permeable y desnuda**, es decir, sin presencia de pelo, escamas o plumas, lo cual les facilita el intercambio de gases y la absorción de humedad, pero les confiere una **alta sensibilidad** a sustancias tóxicas que son cada vez más frecuentes en los cuerpos de agua que habitan, además, presentan huevos sin una cáscara protectora (huevo anamniota) por lo que son muy susceptibles a la desecación.

Los reptiles por su parte, se caracterizan por tener un huevo con cáscara protectora (huevo amniota) y una piel cubierta de escamas, y aunque **esta piel les confiere mayor resistencia** a cambios ambientales asociados a contaminantes y a fluctuaciones de temperatura, se ha documentado que un incremento en ésta, puede afectar a las especies en las que el sexo de los individuos se determina por las **temperaturas de incubación**, como es el caso de los cocodrilos y las tortugas marinas, mientras que muchas serpientes y lagartijas también presentan una alta especialización de hábitat y de presas, y tanto anfibios como reptiles, tienen en general bajas capacidades de dispersión.

Amenazas preocupantes que los expone a una batalla contrarreloj

Dentro de la introducción de especies exóticas, tenemos la preocupante invasión de **pitones**

de Birmania, una serpiente que se ha adaptado y reproducido en los pantanos de Florida y que representa el principal depredador de mamíferos locales, ya que **compiten con depredadores nativos** como caimanes, pumas o lincees. A su vez, la contaminación ambiental que ocasiona entre otras cosas, malformaciones en muchos individuos —como los de la salamandra de montaña (*Ambystoma ordinarium*) que habita casi exclusivamente en los arroyos de montaña de Michoacán—; las enfermedades emergentes como la infección ocasionada por el hongo *Batrachochytrium*, que ha causado la presunta extinción de 90 especies y el declive de más de 500 especies; así como el tráfico ilegal de boas, falsos coralillos, iguanas y lagartijas arbóreas, entre otros anfibios y reptiles, ha llevado a la disminución de las poblaciones de muchas de sus especies.

El cambio climático y las amenazas anteriores, se suman a la ecuación que hace que más del 41 % de especies de anfibios y más del 19 % de especies de reptiles, se encuentren actualmente amenazadas. Estas cifras han hecho que algunos científicos declaren que los **anfibios y reptiles se suman a la sexta gran extinción masiva** por la que está pasando la tierra, y al parecer, la más intensa de toda la historia.

Estrategias de supervivencia

Las diferentes especies que habitan nuestro planeta, han evolucionado bajo la influencia de todo tipo de disturbios naturales (incendios, erupciones volcánicas, huracanes, entre otros más), por lo que no es de extrañar que hayan desarrollado diferentes estrategias para adaptarse a los efectos ambientales que estos fenómenos traen consigo.

Independientemente de cada caso, las especies han desarrollado a lo largo de millones de años, métodos que les garantizan un buen éxito reproductivo y altos niveles de supervivencia, sin impor-

La **rana dardo** adquirió la capacidad de transportar a sus crías en el dorso, para moverlas hacia hábitats más seguros y con mejores condiciones ambientales; la **rana toro** puede abrir surcos que conectan charcas con cuerpos de agua permanentes, para que sus renacuajos estén en aguas más seguras sin depredadores y sin riesgo de morir por desecación; algunas especies de **cocodrilos** transportan a sus crías en sus propias bocas a lugares más seguros y otras especies, han apostado por producir un gran número de crías como es el de las **tortugas marinas**, que en un promedio ponen entre 80 y 120 huevos por nido.

tar la presión que ejercen los disturbios naturales y sus depredadores nativos.

El cambio climático afecta a los anfibios y reptiles

Los **disturbios naturales** como las tormentas, tornados y huracanes, siempre han estado presentes en nuestro planeta y son los responsables, en muchas ocasiones, de las estrategias de supervivencia y reproducción de las especies. Pero, debido a que **la acción del hombre es cada vez más intensa**, algunos de estos fenómenos son cada vez más frecuentes, en parte, por el cambio climático que afecta la circulación de las masas de aire y agua de los océanos.

Las fuertes sequías tras el fenómeno del niño, el derretimiento de los polos, la variación en las temperaturas de los océanos y los huracanes, son los que comúnmente más afectan las poblaciones de organismos como los anfibios y los reptiles.

Los huracanes y la herpetofauna de los bosques tropicales secos

La evaporación debido al aumento de las temperaturas en los océanos hace que este tipo de fenómenos se vuelvan más intensos y que alcancen categorías más altas en la escala de Saffir-Simpson. **Los huracanes categorías 4 y 5 han aumentado en los últimos años**, alcanzando rachas de vientos

que nunca se habían registrado, como es el caso del huracán Patricia que se formó en el océano Pacífico y fue considerado el huracán más grande en este hemisferio, ya que alcanzó rachas de vientos de 260 Km/h. Este tipo de huracanes, al ser más frecuentes, impactan lugares y afectan especies que no están adaptadas a eventos de esta magnitud, poniendo en riesgo su viabilidad a largo plazo.

En particular las especies que presentan **baja capacidad de dispersión** como los anfibios y reptiles, suelen ser más susceptibles a estos cambios, ya que otras especies como las aves y la mayoría de los mamíferos pueden huir con cierta facilidad de eventos puntuales como incendios, tsunamis, inundaciones, sequías o huracanes.

Un ejemplo del impacto de huracanes: Proyecto MABOTRO

En la región de Chamela ubicada en la costa de Jalisco, México, han impactado directamente en los últimos años dos huracanes de gran intensidad: el primero el huracán Jova (octubre de 2011) y después el huracán Patricia (noviembre de 2015), que fue considerado, como antes se mencionó, el más grande jamás visto desde un satélite. Llama la atención que históricamente esta región se ha caracterizado por la baja incidencia de huracanes de gran intensidad.



Rana Pico de Pato (al centro, *Diaglena spatulata*), Serpiente caracolera (abajo, *Dipsas gaigeae*), Abaniquillo (arriba, *Anolis nebulosus*) del bosque tropical seco de Chamela, Jalisco, México. Fotografías de Juan Manuel González Villa

En esta área se ubica la **Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala**, en la que se protegen más de diez mil hectáreas de Bosque Tropical Seco y desde hace más de 15 años, se realizan investigaciones científicas bajo el **Proyecto MABOTRO** (Manejo de Bosques Tropicales), con el que se estudian desde plantas y pequeños vertebrados, hasta grandes mamíferos. Este sistema de estudio incluye a los anfibios y reptiles que en conjunto se le conoce como **herpetofauna**.

Debido al constante muestreo de las especies de anfibios y reptiles antes del paso de los huracanes Jova y Patricia, fue posible conocer qué tipo de especies existen en esta región, la abundancia de cada una de ellas, tanto en el bosque conservado como en los bosques secundarios y potreros cercanos a la Reserva. Con el paso de los huracanes, la estructura vegetal de **gran parte del bosque cambió**, ya que muchos árboles perdieron su copa o fueron derribados, causando una mayor apertura del dosel y mayor radiación solar en el suelo, cambiando notoriamente la abundancia de las especies de anfibios y reptiles.

En el caso de los anfibios, su abundancia disminuyó después del paso de los dos huracanes, y en algunas especies como la rana pico de pato (*Dia-glena spatulata*), su disminución fue dramática; lo mismo sucedió con varias especies de serpientes. Por el contrario, la abundancia de varias especies de lagartijas aumentó después del paso del huracán Jova, pero después del huracán Patricia, disminuyó aún más.

Los cambios observados en la **abundancia de las especies de anfibios y reptiles** en respuesta al impacto de los huracanes, puede deberse en parte, a que algunos individuos mueren por los fuertes vientos, las inundaciones o la gran cantidad de objetos que los huracanes lanzan por los aires como fragmentos de suelo, rocas, ramas, troncos e inclu-

so ani-
pero
pérdi-
gios,
para
gular
tempe-
ratura o por
la escases de
alimento,
que pue-
de ocurrir
después
pac-



males de talla pequeña,
también, por la
da de refu-
lugares
re-
su

d e estos im-
tos.

Los resultados encontrados en este importante proyecto muestran que, en muy pocas horas las especies animales pueden enfrentarse a **fenómenos naturales cada vez más violentos** por causa del cambio climático, lo que indica que quizá, aún no estén preparados para enfrentar estos cambios.

Tomando como ejemplo lo que sucede con la herpetofauna y los huracanes en nuestro planeta, y por los resultados que brinda el Proyecto MABOTRO, las especies animales, entre ellas los anfibios y reptiles, están en una *batalla contrarreloj*, y si no hacemos algo para revertir los efectos del cambio climático, quizá no tengan el tiempo suficiente para adaptarse a los nuevos fenómenos naturales, teniendo como destino desaparecer como un efecto más de las acciones desmedidas del ser humano.

«Debemos parar o controlar el mal llamado "progreso" de las acciones humanas para disminuir o dejar de destruir la naturaleza y no permitir que más especies estén en una batalla contrarreloj»



Bosch J. (2003). Nuevas amenazas para los anfibios: enfermedades emergentes. *Munibe*, 16:56-73.
<http://www.aranzadi.eus/fileadmin/docs/Munibe/2003056073.pdf>

Caetano E., Innocentini V., et. al. (2010). Cambio climático y el aumento del nivel del mar. En: A.V Botello, S. Villanueva-Fragoso, et. al. (editores). Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático. México, Gobierno del Estado de Tabasco, Semarnat-Instituto Nacional de Ecología, UNAM-Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Autónoma de Campeche, pp. 283-304.
<http://www.keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Ecosistemas-Marineros/4.pdf#page=301>

Ceballos G. y Ortega-Baes, P. (2011). La sexta extinción: la pérdida de especies y poblaciones en el Neotrópico. En: J. Simonetti y R. Dirzo (editores). Conservación biológica: perspectivas de Latinoamérica. Chile, Editorial Universitaria, pp. 95-108.
https://www.researchgate.net/profile/Gerardo_Ceballos4/publication/236609083_1_Ceballos_G_and_Ortega

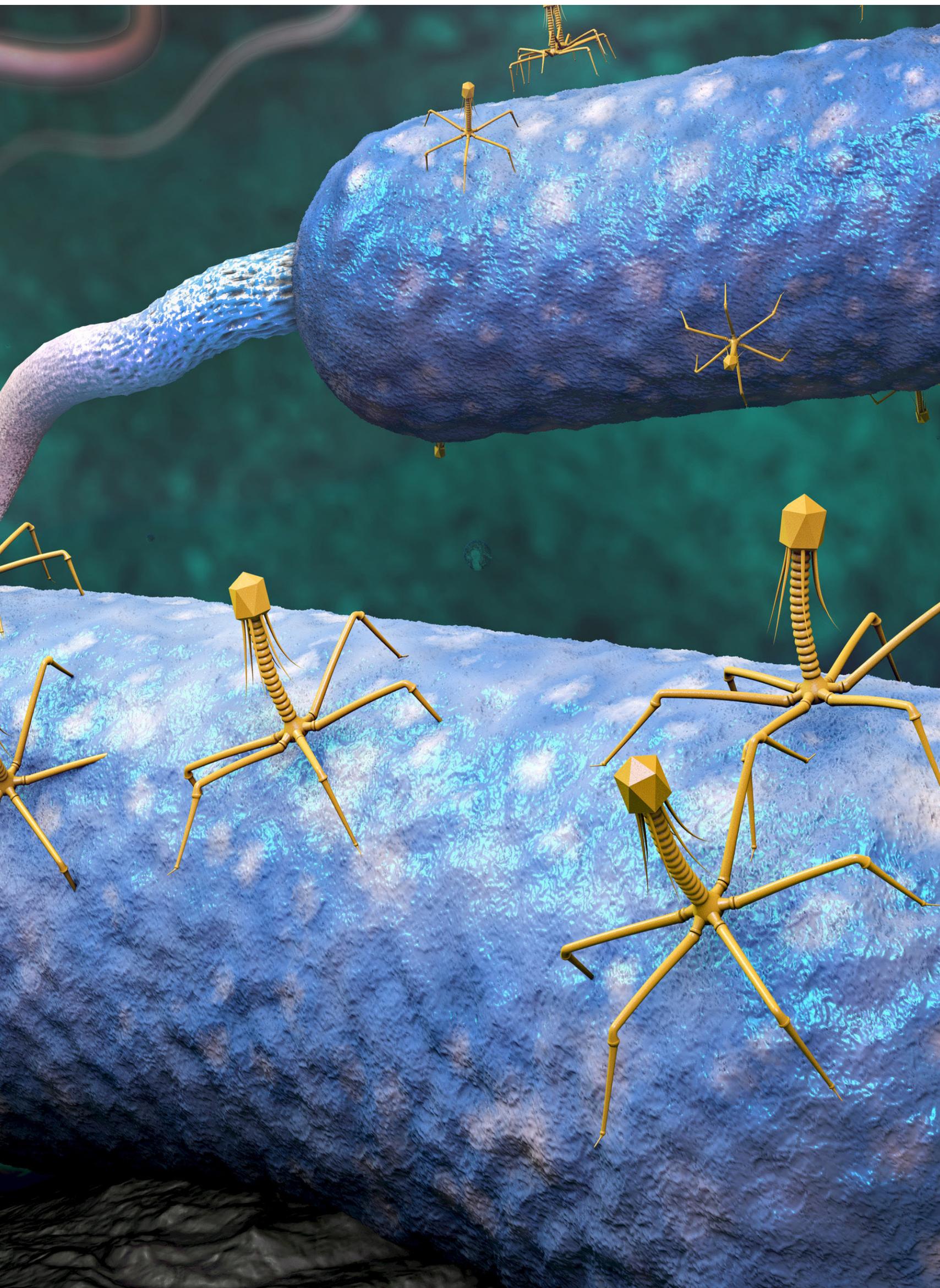
De Sá R.O. (2005). Crisis global de biodiversidad: importancia de la diversidad genética y la extinción de anfibios. *Agrociencia*, 9(1-2):513-522.
<http://www.chalk.richmond.edu/Leptodactylus/pdf/deSaCrisisBiodiversidad.pdf>

ARTÍCULO

Los Bacteriófagos

Los bacteriófagos son un tipo de virus capaces de infectar, y eventualmente matar, a las bacterias. Como todos los virus, los bacteriófagos son parásitos incapaces de reproducirse sin la participación de sus células hospederas, por lo que se ubican en una fase intermedia entre los organismos vivos y la materia inerte. Los bacteriófagos son nanopartículas formadas únicamente de un ácido nucleico envuelto en una cubierta de proteína. La accidentada historia del descubrimiento de los bacteriófagos se inició hace poco más de un siglo y abarcó el período de las dos grandes guerras

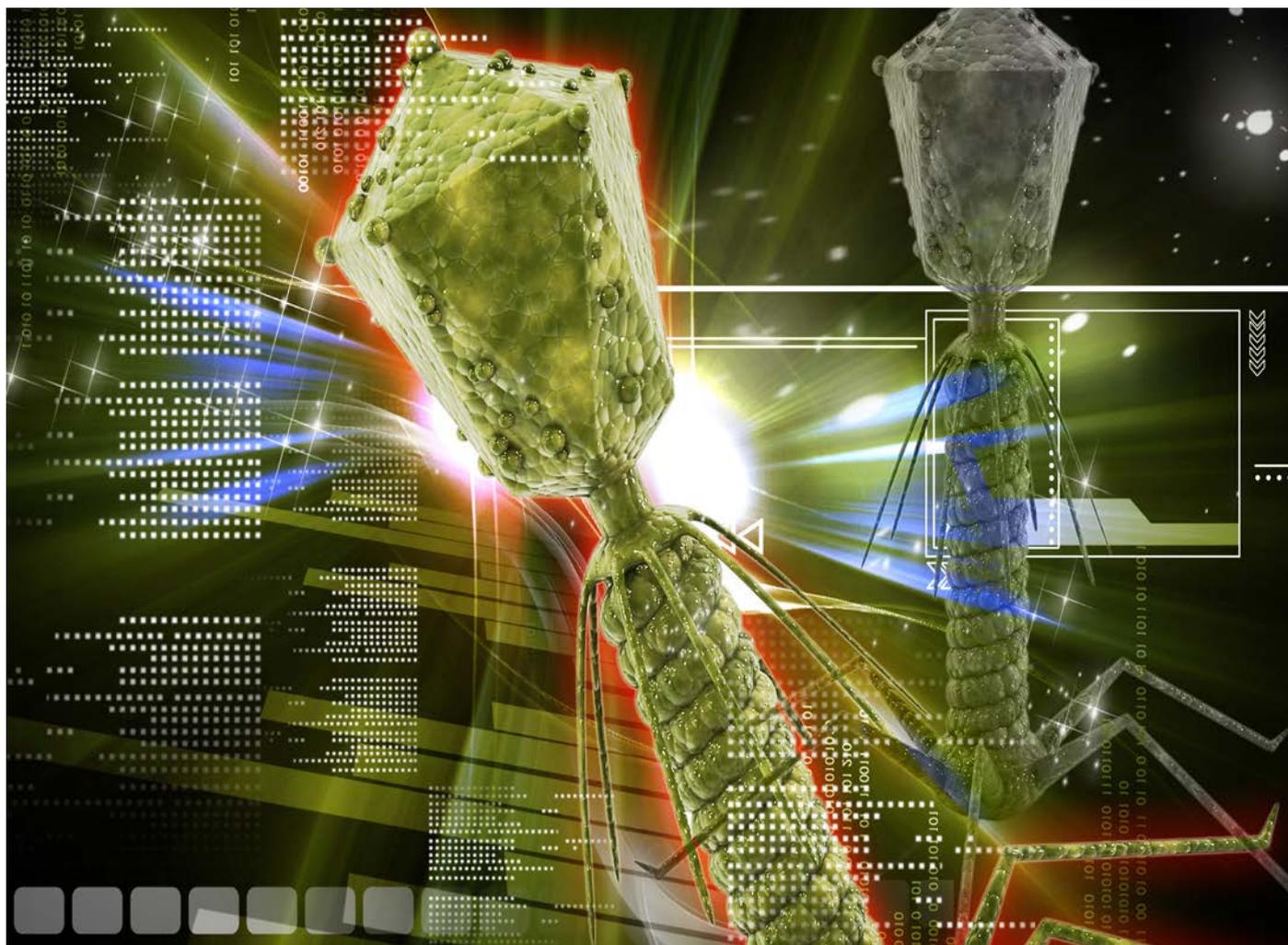
mundiales. Los estudios del proceso de infección viral contribuyeron de forma esencial al nacimiento y el desarrollo de la biología molecular moderna. Los bacteriófagos son las criaturas más abundantes del planeta y en los últimos años se ha encontrado que juegan un papel trascendental en el funcionamiento de diversos ecosistemas a nivel global. En el primer artículo se resumen los aspectos generales de estos maravillosos entes biológicos, y en el segundo, particularmente se describe una de sus aplicaciones, la fagoterapia.



ARTÍCULO

Bacteriófagos: Virus que infectan bacterias

Carlos Cervantes



Carlos Cervantes, Profesor e Investigador del Laboratorio de Microbiología en el Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

cvega1999@yahoo.com

¿Qué son los virus?

Los médicos de la Roma antigua usaron el término "virus" para referirse a un veneno de origen animal de naturaleza desconocida. El refinamiento de los microscopios, logrado en los siglos XVIII y XIX, permitió la observación de diversos microorganismos, entre ellos las **bacterias** (ver *Saber Más* 21:11-16). A mediados del siglo XIX, con los primeros estudios formales de la microbiología, las bacterias fueron reconocidas como los agentes responsables de muchas **enfermedades contagiosas** (como la difteria y la tifoidea); así, esos microorganismos se consideraron como los virus de tales padecimientos. Los microbiólogos pioneros pensaban que las formas de vida más pequeñas del mundo microbiano eran las bacterias.

Para fines del siglo XIX, los microbiólogos habían reportado la existencia de varios agentes infecciosos de un tamaño mucho menor que el de las bacterias, ya que eran capaces de atravesar ciertos filtros que no permitían el paso de las células bacterianas; a dichos agentes "invisibles" se les llamó "**Virus Filtrables**". De esta forma, se descubrieron virus que infectaban a plantas o animales y, más adelante, virus de hongos y de protozoarios. Poco a poco, en el ámbito biomédico se fueron distinguiendo los términos "bacterias" y "virus" como entidades claramente distintas. Sin embargo, la naturaleza de los enigmáticos virus permaneció todavía desconocida durante varios años más.

Descubrimiento de los bacteriófagos

En 1915, el microbiólogo inglés Frederick Twort hizo un descubrimiento muy importante. Encontró que cierto agente filtrable era capaz de **matar a los estafilococos**, un tipo de bacteria que él estudiaba, pero concluyó que dicho agente podría ser un tipo de enzima (o toxina) que la bacteria segregaba al medio y que tenía una actividad nociva sobre el microorganismo. Sólo como una hipótesis alterna, Twort consideró que el agente letal podría ser un tipo de virus. Estos hallazgos, desgraciadamente, se publicaron en una revista biomédica en forma de una breve nota y no llamaron la atención de la comunidad científica internacional. Poco después, Twort, que era médico militar, se enlistó en el ejército Británico para participar en la Primera Guerra Mundial, y aunque eventualmente regresó a su laboratorio, ya no volvió a trabajar con los virus.

En 1910, el microbiólogo franco-canadiense Félix d'Herelle se encontraba en Mérida, Yucatán, estudiando las plagas de la langosta. Observó que en las cajas de cultivo de una bacteria que infectaba a esos insectos, se formaban unas "placas" claras que parecían indicar zonas donde los microorganismos habían muerto. Intrigado, a su regreso a Francia, d'Herelle retomó el asunto, ahora con bacterias aisladas de las heces de enfermos de disentería (un trastorno gastrointestinal). En 1917, anunciaba triunfal el descubrimiento de un "**microbio invisible**" que destruía a la bacteria causante de la enfermedad, acuñando entonces el término "**Bacteriófago**" (del griego, "que come bacterias") para este agente letal, y postuló que se trataba de un virus filtrable que era capaz de infectar, reproducirse y matar a las bacterias.

Y, sin embargo, se reproducen

Como ha ocurrido con frecuencia con los descubrimientos vanguardistas, la audaz propuesta de d'Herelle no fue aceptada de inmediato por los mi-

crobiólogos, lo cual retrasó algunos años el estudio de los bacteriófagos por otros científicos. Mientras tanto, d'Herelle siguió trabajando en el laboratorio con sus novedosos "bichitos" y estableció la metodología para obtenerlos a partir de **cultivos bacterianos infectados** en grandes cantidades... aunque sin poder verlos.

A pesar de que d'Herelle no concluyó sus estudios universitarios formales, fue nominado varias veces al premio Nobel, aunque nunca lo obtuvo. Sin embargo, apareció en un listado de la Fundación Nobel que incluye a científicos que se considera debieron haber recibido el premio en su tiempo. En 1949 d'Herelle falleció, pero debido a que las reglas de la Fundación impiden que el galardón sea otorgado en forma póstuma, tampoco le se le dio reconocimiento a sus méritos después de su muerte.

A principios de la década de 1930, el microbiólogo inglés Max Schlesinger, usando las técnicas de d'Herelle, aisló y purificó los bacteriófagos y demostró que estaban formados de ácidos nucleicos y proteínas en partes iguales. También encontró que estos virus se unen en forma específica a las bacterias antes de matarlas y originar la **descendencia viral**. Los hallazgos de Schlesinger mostraron, en forma contundente, que los bacteriófagos son entidades biológicas capaces de reproducirse y no simples estructuras químicas nocivas para las bacterias, tal como lo había predicho d'Herelle años atrás.

El "Grupo de los Fagos"

Una vez establecida la capacidad reproductiva de los bacteriófagos, la siguiente pregunta constituía un reto intelectual formidable: ¿Cuál es el mecanismo mediante el cual ocurre el fenómeno de la infección viral? Afortunadamente, esta interrogante atrajo a algunas de las mentes más brillantes de ese tiempo, no solo microbiólogos y médicos, sino también algunos físicos. Este grupo de notables científicos, trabajando principalmente en universidades de EE. UU., abordó el **estudio de los bacteriófagos**, que abreviaron, a mediados de la década de 1930, como "Fagos". Max Delbruck y Salvador Luria, junto con otros investigadores, formaron el llamado "Grupo de los Fagos" y realizaron los primeros experimentos dirigidos a dilucidar el mecanismo de la infección viral.

En 1939, **este Grupo dilucidó el ciclo de vida de los fagos**. Habían encontrado que, durante la infección de las bacterias, los fagos primero desaparecían de los cultivos y, después de 20 minutos aparecían, no un fago, sino cientos de ellos, al tiempo que ocurría la lisis (muerte) de las bacterias. Pero, para comprender cabalmente el ciclo de infección,

faltaba un detalle...

¡Los genes del fago están en su ADN!

A mediados del siglo XX no se sabía cuál era la naturaleza química de los genes. Aunque, en 1944, en EE. UU., el grupo de Oswald Avery había reportado que los genes bacterianos parecían estar contenidos en su ácido desoxirribonucleico (ADN). Esta noción revolucionaria, sin embargo, no era aún aceptada, o incluso conocida, por la mayoría de la comunidad científica internacional de la época. El hallazgo más trascendental para entender la estrategia de la infección por los fagos, fue el reportado en 1952 por los investigadores norteamericanos Alfred Hershey y Martha Chase. Este fue uno de los primeros experimentos biológicos en los que se emplearon **Isótopos Radioactivos** (formas inestables de los elementos químicos que emiten radiación, por la cual pueden ser "rastreados"). Utilizando isótopos del Azufre (^{35}S) y del Fósforo (^{32}P), Hershey y Chase encontraron que, durante el proceso de infección, solamente ingresa a la célula bacteriana el ADN del fago, quedando afuera de la bacteria la porción proteica, lo que significaba que la capacidad reproductiva del fago radicaba solamente en su ADN. Más adelante se encontró que las proteínas constituyen la cubierta del fago y sirven para proteger el ADN. Dicha cubierta es, además, la responsable de que el fago se adhiera a la superficie bacteriana. De esta forma, se concluyó que el **ADN constituye el Genoma** (conjunto de genes) que le permite al fago originar una descendencia de "nuevos" virus. Junto con el trabajo del grupo de Avery, este impactante hallazgo demostró, ahora sin lugar a dudas, que los genes de las bacterias y los fagos están constituidos por su ADN.

La revelación del mecanismo de la infección por los fagos estimuló de manera crucial el trabajo de James Watson y Francis Crick, que resultó en la dilucidación de la estructura de Doble Hélice del ADN en 1953. A la postre, esto condujo a una de las más grandes revoluciones de las ciencias biológicas.

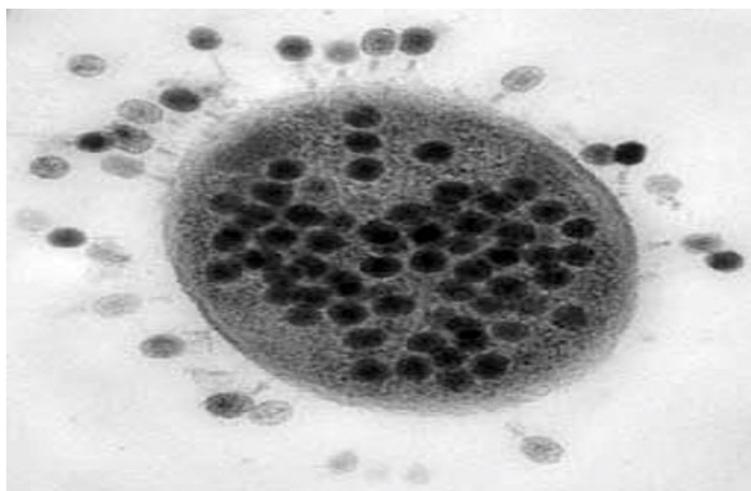
¿Y, cómo es él?

Después de casi 25 años de haberse descubierto, los fagos seguían siendo un misterio: nadie los había "visto" (de hecho, ni algún tipo de virus). A principios de la década de 1940, en plena Segunda Guerra Mundial, se produjeron las **primeras fotografías de los fagos**. Este espectacular logro científico se alcanzó gracias al invento del poderoso **microscopio electrónico**. Es de hacer notar que el

avance en estos trabajos sólo fue posible por las colaboraciones entre investigadores de bandos contrarios. Así, Helmut Ruska, en Alemania, y S. Luria, en EE. UU., reportaron las imágenes pioneras de los fagos.

Las fotografías los mostraron como unas estructuras fascinantes, formadas por una cabeza esférica o icosaédrica (llamada "cápside") y una "cola" que tenía en un extremo fibras filamentosas como "patas". Aunque más adelante se encontró que muchos fagos tienen formas diferentes, durante varios años la imagen de estos fotogénicos "**módulos lunares**" dominó la escena del mundo microbiano.

El microscopio electrónico reveló que **los fagos son nanopartículas**, esto es, estructuras del orden de millonésimas de milímetro, con tamaños que van de 20 a 100 nanómetros. Así, los fagos son 20 a 50 veces más pequeños que las bacterias que infectan y son, por lo tanto, invisibles a los microscopios convencionales. El material genético de los fagos puede ser muy sencillo, con menos de 10 genes, o más complejo, con más de 100 genes (una bacteria típica tiene unos 4 000 genes).

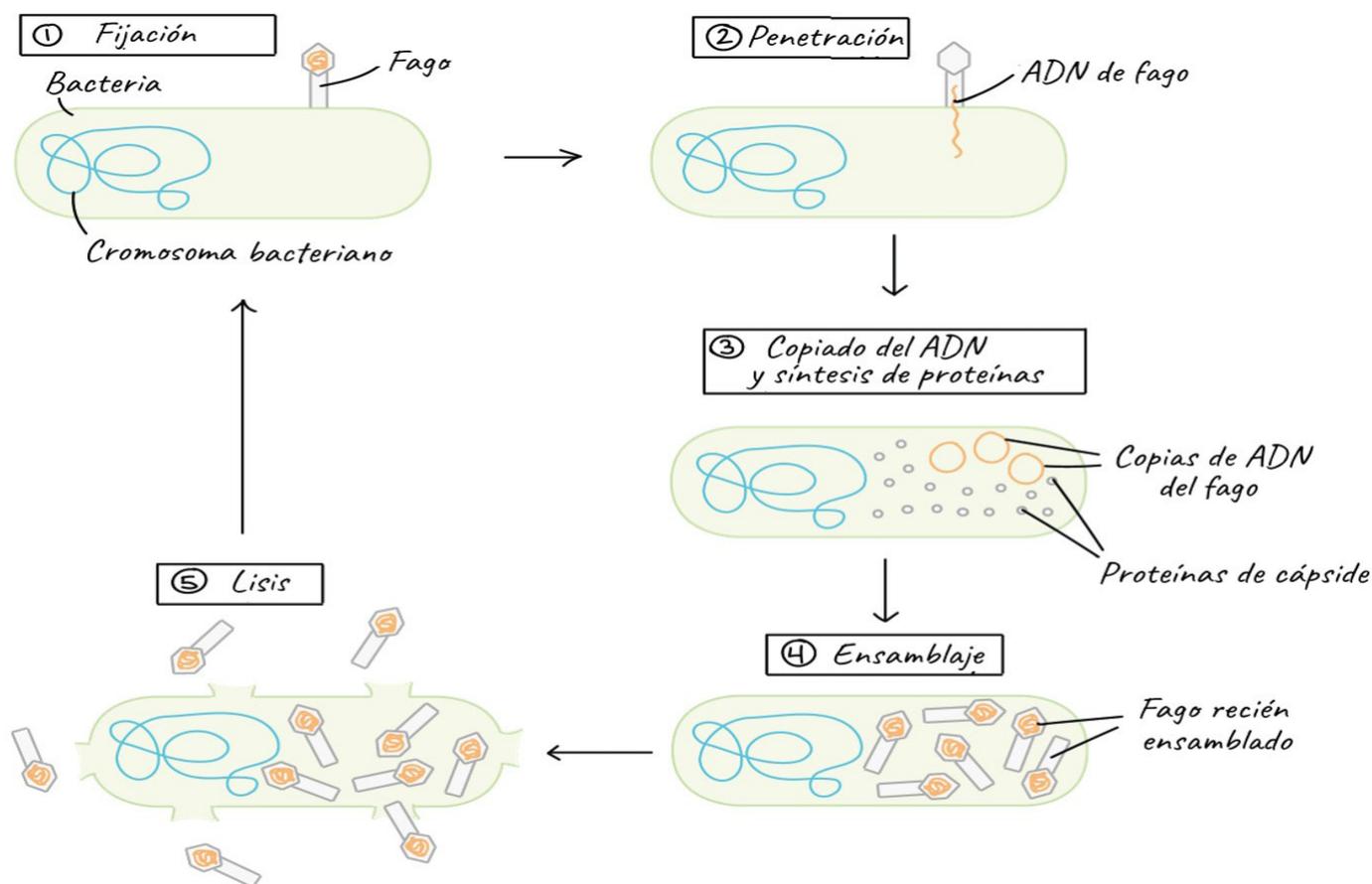


Célula bacteriana infectada por fagos. Se muestran, en la parte exterior, algunos virus o las cubiertas virales vacías y "nuevos" virus en el interior celular

El mortífero ciclo de infección

Los hallazgos de los microbiólogos y los genetistas, junto con los trabajos sobre la ultraestructura viral, permitieron entender con gran detalle, a mediados del siglo XX, el mecanismo de infección bacteriana por los fagos. El ciclo de infección se puede resumir en los pasos que se describen en el siguiente esquema.

En 1969, M. Delbruck, S. Luria y A. Hershey obtuvieron el premio Nobel por "sus estudios sobre los mecanismos de la replicación y la estructura genética de los virus".



Proceso de infección bacteriana por los fagos

- 1- FIJACIÓN:** Inicialmente el fago se une a receptores específicos presentes en la superficie de la bacteria hospedera
- 2- PENETRACIÓN:** Funcionando como una minúscula "jeringa" el fago inyecta a la bacteria el material genético contenido en su cápside. Mientras tanto, la cubierta del fago permanece afuera de la célula infectada
- 3- COPIADO:** Una vez en el interior de la célula, el ácido nucleico del fago se reproduce, apropiándose para ello de la maquinaria metabólica de la bacteria (esto es, del conjunto de reacciones químicas que conducen a la formación de los componentes celulares). Este proceso origina múltiples copias del genoma viral. Ya con el comando absoluto de las funciones bacterianas, los genes del fago se expresan, generando grandes cantidades de las proteínas del virus transcurridos unos 20 minutos
- 4- ENSAMBLAJE:** Los genomas y las proteínas del fago se ensamblan dando origen, pocos minutos más tarde, a una nueva generación formada por varios cientos de virus que se acumulan en el interior celular
- 5- LISIS:** En el último paso del ciclo de infección, una enzima propia del fago destruye, desde adentro, la cubierta de la célula infectada. Como consecuencia, las bacterias "estallan" liberando a la descendencia viral. Los fagos resultantes ahora son capaces de infectar a nuevas bacterias, repitiéndose así el ciclo letal

Pero, ¿Están vivos?

Como se indicó en párrafos anteriores, por su simplicidad los fagos requieren de la maquinaria metabólica de la bacteria que infectan para expresar sus genes. Sólo así pueden multiplicarse y causar la **lisis bacteriana**. En ausencia de dicha célula hospedera, los fagos se comportan como entidades inertes, incapaces de reproducirse por sí mismos. Así, por ejemplo, una suspensión de fagos preparada en un laboratorio puede almacenarse en refrigeración por largos períodos de tiempo en forma latente. Estos fagos, sin embargo, no pierden su capacidad destructora cuando se ponen en contacto con las bacterias que infectan; por esta razón, los fagos son considerados como un tipo de **"Parásitos Genéticos"**. Puede decirse que se encuentran en una fase intermedia entre la materia viva y la materia inerte.

No siempre son tan malvados

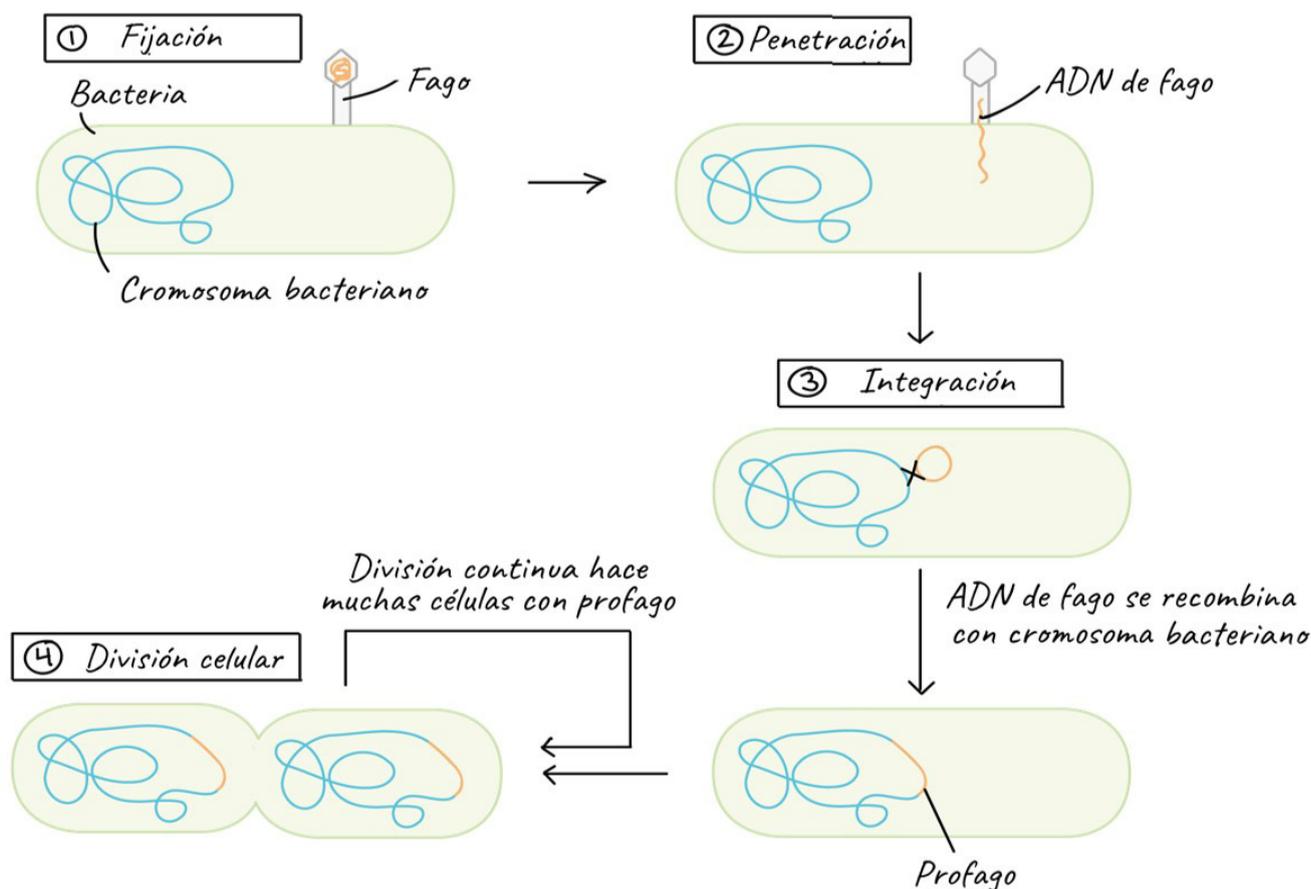
A fines de la década de 1940, ya concluida la Segunda Guerra Mundial, el científico francés André Lwoff encontró que los fagos no siempre son tan terribles como parecen. Empleando cultivos bacterianos, Lwoff descubrió los llamados fagos "Temperados" o "Moderados", los cuales infectan a sus bacterias hospederas pero no las matan, en un fenómeno llamado **"Lisogenia"**. Siguiendo los primeros pasos del ciclo de infección, los fagos tem-

perados inyectan a la bacteria su pequeño genoma, pero éste, en lugar de reproducirse, se integra al enorme genoma bacteriano. De esta manera, en la lisogenia los genes del fago pasan a formar parte del material genético de la célula hospedera y se heredan a sus descendientes durante la división celular. Esta forma latente del fago fue llamada por Lwoff como "Profago".

En la actualidad, se ha reportado que más del 80% de los fagos son temperados, esto es, la gran mayoría no causan la muerte de las bacterias que infectan. Esto sugiere que la lisogenia es una estrategia evolutiva que favorece la supervivencia de los fagos, perpetuando sus genomas en las diversas poblaciones bacterianas.

Transferencia de genes por los fagos

Aunque la lisogenia generalmente es una propiedad estable, bajo determinadas condiciones puede revertirse, por ejemplo, en situaciones que ponen en riesgo la supervivencia bacteriana. En este caso, ocurre la **"Inducción"**: el ADN del profago sale de su latencia, se escinde del genoma bacteriano y lleva a cabo el ciclo de infección propio de un virus activo, proceso que culmina con la muerte celular; sin embargo, la escisión del ADN del profago durante la inducción, no siempre es un fenómeno preciso ya que con frecuencia el genoma viral "acarrea" genes bacterianos al separarse del geno-



Fenómeno de lisogenia por fagos temperados

ma de la célula hospedera y estos genes pueden ser transmitidos a otras bacterias en posteriores ciclos de lisogenia (fenómeno llamado "Transducción"). Los "nuevos" genes pueden ahora dotar de atributos benéficos a las bacterias receptoras como la adquisición de propiedades de virulencia, resistencia a antibióticos, e incluso pueden originar enzimas del metabolismo bacteriano. Se ha considerado que los genes transportados por los fagos temperados constituyen ¡la mayor reserva de información genética de la Tierra!

Por su pequeño tamaño, los genomas de los fagos se emplearon como eficientes **vehículos de clonación** en el nacimiento de la **Ingeniería Genética** a principios de la década de 1970. Hasta la fecha, se utilizan ampliamente para la manipulación genética y la transferencia de genes de un organismo a otro.

Los fagos y los ecosistemas terrestres

Los fagos se localizan en el suelo, en las plantas y en el intestino de los animales, pero en el ambiente donde se encuentran en mayor cantidad es en los océanos, los cuales constituyen "**hervideros**" de fagos, no solo en los mares templados, sino también en los gélidos océanos Ártico y Antártico, e incluso en los inhóspitos sedimentos marinos. Se ha encontrado que existen entre diez mil millones y un billón (10^{10} - 10^{12}) de partículas virales por cada litro de agua de mar. La cantidad de fagos calculada para todo el planeta arroja una cifra fantástica: 10^{31} (un diez seguido de 31 ceros), cantidad varias veces mayor que ¡el número de galaxias que se predice que existen en el Universo!

Se estima que, en un solo día, 20-40 % de las bacterias presentes en los mares son destruidas por los fagos. Ante este **terrible efecto depredador**, surge la pregunta ¿Por qué no han desaparecido por completo las bacterias marinas? La respuesta es que, entre la población, continuamente se seleccionan al azar bacterias resistentes, generándose

así mutantes bacterianas que ya no son destruidas por los fagos.

En los ambientes marinos, la avasalladora destrucción de las bacterias por los fagos libera sus componentes orgánicos (azúcares, lípidos, aminoácidos, etc.), proceso que representa una parte importante del **Reciclaje Global de Carbono**. Este reciclaje, a su vez, afecta la cantidad de oxígeno que se transfiere de los mares a la atmósfera, en intercambio con el dióxido de carbono (CO_2) del aire. Se postula que la vida microbiana de los océanos absorbe la mitad de las emisiones de CO_2 generadas en el planeta. Así, la infección por los fagos influye directamente en las **condiciones climáticas de la Tierra**, al alterar el desarrollo de las bacterias del fitoplancton marino, considerado como uno de los "pulmones" más importantes de la Tierra. Todos estos cambios, provocados por los diminutos, aunque abundantísimos fagos, pueden también modificar los niveles oceánicos de nutrimentos, los cuales son esenciales para mantener las redes alimentarias marinas, así como para determinar la abundancia o escasez de los recursos pesqueros a nivel global.

El futuro de los fagos

Por falta de espacio, se han dejado fuera algunos tópicos relevantes de los fagos, que sin duda merecerían un artículo aparte. Uno de ellos es la utilización de los fagos en **aspectos médicos**: por ejemplo, el empleo de fagos en el tratamiento de **infecciones bacterianas** (tema propuesto hace casi un siglo por d'Herelle), se presenta en el artículo siguiente de este número. Otro tema es el uso de fagos para el **desarrollo de anticuerpos** contra ciertas enfermedades, cuyos promotores, los científicos George Smith y Gregory Winter, obtuvieron el premio Nobel en 2018.

Se puede concluir que, además de las relevantes aportaciones con que los fagos contribuyeron al desarrollo de las ciencias biológicas en el pasado, se avizoran nuevos descubrimientos y aplicaciones futuras resultantes del estudio de estos maravillosos virus bacterianos.



Bacteriófagos. <http://www.microinmuno.qb.fcen.uba.ar/SeminarioBacteriofagos.htm>

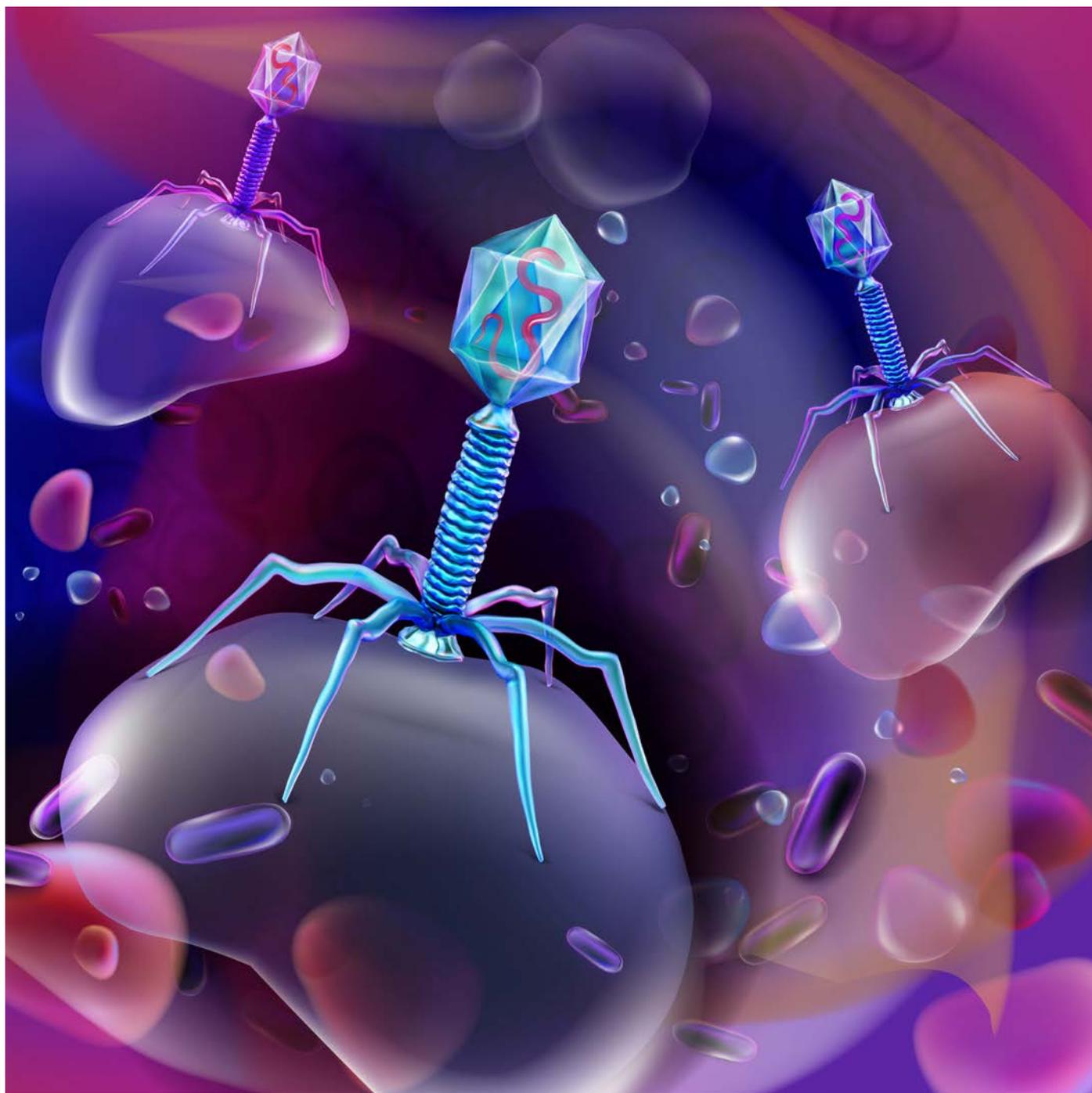
Cervantes C. (2015). El maravilloso mundo de las bacterias. *Saber Más*, 21:11-16. <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/articulos/165-numero-219/325-el-maravilloso-mundo-de-las-bacterias.html>

Mayer G. (2015). Bacteriología. Capítulo siete. Bacteriófagos. *Microbiology and Immunology On-line* (Hunt, R.C. Ed.). <https://www.microbiologybook.org/Spanish/chapter7.htm>

ARTÍCULO

Fagoterapia: Virus que comen bacterias

Lesly Yareli Duran Díaz



Lesly Yareli Duran Díaz, Estudiante del Programa de Maestría en Ciencias de la Salud de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez" de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
leslyare@hotmail.com

Los **antibióticos** son medicamentos utilizados para prevenir y tratar las infecciones bacterianas. Cuando surgieron fueron la novedad y el hallazgo más importante para la salud, ya que los problemas a ciertas enfermedades podían eliminarse rápidamente, y en otros casos, podían ser tratadas y alargar el periodo de vida del paciente.

Pero ¿Cómo llegamos al punto en que las bacterias fueran resistentes a los antibióticos? La respuesta a esto se resume en su **uso indebido**:

automedicación; tomar más de lo prescrito por el personal de salud; no acudir al personal adecuado; así como no terminar el tratamiento establecido ya fuera por sentir mejoría o por no tener el dinero para comprar el medicamento.

Por ejemplo, cuando enferman los hijos, los padres se preocupan y su prioridad es aliviarles el sufrimiento. En tal sentido, sea que se trate de un resfriado leve, tos, dolor de estómago o de oído, lo correcto es **acudir a una institución de salud** donde un especialista indagará —mediante preguntas, examen físico y de ser necesario con exámenes de laboratorio—, para dar un diagnóstico certero y con ello un tratamiento adecuado, emitiendo una receta médica donde indique la dosis adecuada del medicamento y el tiempo que se debe seguir el tratamiento. No obstante, en muchos casos, hay padres que optan por darle una dosis de un medicamento que le recomendó un familiar, un vecino o un amigo; al poco tiempo el niño mejora, pero por no haberlo llevado a una institución para tratar el problema, los padres ignoran lo que ocasionó la enfermedad.

Los antibióticos han sido **medicamentos poderosos** que han aliviado el dolor y el sufrimiento de los humanos por décadas, incluso han salvado vidas. Sin embargo, se llegó al fin de la era de los antibióticos.

¿Qué hacer ante la resistencia a los antibióticos?

Hoy en día la resistencia a los antibióticos es una amenaza a nivel mundial, puede afectar a cual-

quier persona, sea cual sea su edad, raza o género. Está en aumento a niveles peligrosos, día tras día están apareciendo y propagándose **nuevos mecanismos de resistencia** que ponen en peligro nuestra capacidad para tratar las enfermedades infecciosas comunes. Un creciente número de infecciones, como la neumonía, la tuberculosis, la septicemia o las enfermedades de transmisión alimentaria, son cada vez más difíciles y a veces imposibles de tratar a medida que los antibióticos van perdiendo eficacia.

Es por ello que surgen iniciativas alternas para el tratamiento de enfermedades, una de ellas es la **fagoterapia**, una alternativa a los antibióticos en el control de bacterias patógenas, usando virus que infectan bacterias denominadas bacteriófagos o fagos (este término es una combinación de la palabra bacteria y la palabra griega *phagein*, que significa “comer”).

Esta idea no surgió ahora. En 1917, el franco-canadiense Félix d’Herelle —considerado el padre de la **bacteriofagoterapia**—, describió en un artículo la ruptura de la membrana celular —proceso denominado lisis celular—, de una bacteria causante de un trastorno de inflamación del intestino acompañado con diarrea y sangre conocido como disentería. Su investigación continuó para determinar la naturaleza biológica de los bacteriófagos y explorar su **aplicación en el tratamiento de las infecciones bacterianas** en una era preantibiótica.



Los bacteriófagos actúan como todos los virus, son parásitos obligados intracelulares, es decir, necesitan estar dentro de una bacteria para poder replicarse, lo que se lleva a cabo en varios pasos. El fago o virus se une a la célula, posteriormente hay una liberación del material genético al interior de la célula, a partir de este paso dependerá del tipo de bacteriófago. Si el fago infecta a la bacteria y utiliza los recursos de esta para reproducirse, le ocasionará la muerte, se dice que es un bacteriófago virulento y a este proceso se le denomina ciclo lítico. Sin embargo, si el fago se reproduce sin matar a su anfitrión, es un bacteriófago temperado lo que se denomina como ciclo lisogénico.

La fagoterapia constituye una **alternativa prometedora** que puede ser empleada en el control de enfermedades infecciosas y funcionaría como solución a la resistencia a los antibióticos. Cabe mencionar que existen varias organizaciones e instituciones a nivel internacional apoyando la producción de fagos y, hasta la fecha, han obtenido resultados exitosos. Uno de los centros más conocidos donde se preparan bacteriófagos es el Instituto Tbilisi de Bacteriófagos, Microbiología y Virología de la República de Georgia.

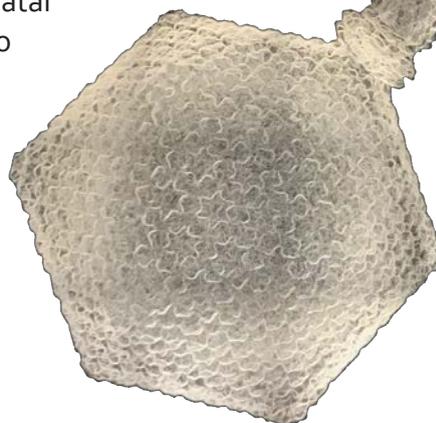
Como toda nueva terapia, presenta grandes ventajas y algunas limitaciones:

Ventajas

- Se consideran omnipresentes, es decir, están en todas partes de forma natural y abundante, por lo tanto, pueden ser considerados como orgánicos y de fácil obtención.
- Por lo general son específicos, no dañan otras células que no sean las bacterias patógenas.
- Son fáciles de aislar y propagar ya que se autorreplican. Además, tienen un impacto limi-

tado en el medio ambiente ya que se autolimitan. Su replicación es de forma exponencial como bacterias y disminuyen cuando baja el número de estas.

- Tienen una gran resistencia a las con-



tencia ambientales, ya que fagos y bacterias hospederas se encuentran en el mismo entorno, lo que indica su capacidad para sobrevivir en el mismo ambiente.

- A diferencia de los antibióticos, las bacterias tienen menos resistencia a los fagos.
- La aplicación de fagos para te- rapia es relativamente flexible, rápida y económica.
- Se pueden aplicar fácilmente como aerosol o mezclado directamente en agua. Tiene un efecto sinérgico cuando se aplica como cóctel (más de un fago juntos) y con antibióticos o desinfectantes.

Limitantes

- Requiere la identificación exacta de las especies bacterianas que causan la infección.
- En casos muy remotos, una bacteria que ha sido infectada por un fago puede adquirir nuevas propiedades, lo que ocasiona un aumento de la virulencia de la bacteria, dicho proceso es conocido como conversión lisogénica.
- Son eliminados rápidamente por el sistema inmune.



Organización Mundial de la Salud (OMS). (2018). Resistencia a los antibióticos. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/resistencia-a-los-antibioticos>

Romero J., Higuera G., Miranda C., Bastías R. y Moreno A. (2018). Fagos y fagoterapia: una herramienta alternativa a los antibióticos contra SRS. *Salmon Expert*, 62(8):60-65.

https://www.researchgate.net/publication/327933323_Fagos_y_fagoterapia_una_herramienta_alternativa_a_los_antibioticos_contra_SRS

Shors T. (2009). *Virus: Estudio molecular con orientación clínica* (Cap. 21, pp. 588-603). Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana, 668 p.

ARTÍCULO

El cultivo de aguacate y la biodiversidad de las aves

Andrea Gómez-Sánchez y Javier Salgado-Ortiz



Andrea Gómez-Sánchez, Estudiante del Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas del Laboratorio de Ornitología en la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
andygomsa@gmail.com

Javier Salgado-Ortiz, Profesor e Investigador del Laboratorio de Ornitología en la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
javo_salgado@yahoo.com.mx

Las aves son uno de los grupos más vistosos y atractivos del reino animal debido a la gran variación en tamaños, formas, colores y cantos. Las aves, proporcionan innumerables beneficios al ser humano, mejor conocidos como **servicios ecosistémicos**. Algunas son utilizadas como fuente de alimento o de materia prima, como las plumas utilizadas para artesanías o para relleno de almohadas, cobijas y chamarras; sin embargo, existen otros beneficios de mayor importancia que son poco reconocidos.

La función fundamental de las aves

Las aves tienen un papel fundamental en los servicios de regulación, ya que permiten el mante-

nimiento de procesos y funciones de los ecosistemas mediante los cuales se regulan las condiciones del ambiente humano. Un ejemplo de este tipo de servicio es la **polinización**, proceso clave para la producción de muchos de los alimentos y plantas de ornato o medicinales que consumimos diariamente. Los colibríes junto con otras aves que se alimentan de néctar, poseen la capacidad de polinizar un número importante de especies de plantas.

También hay aves que se encargan de la **eliminación de desechos orgánicos** como restos animales y cadáveres, función hecha por los carroñeros (zopilotes, buitres y cóndores), un servicio fundamental no solo para eliminar este tipo de desechos, sino para evitar la proliferación de otros animales y microorganismos transmisores de enfermedades.

Otro servicio de gran importancia es la **dispersión de semillas**, función que las aves realizan al alimentarse de frutos y granos, esparciendo así las semillas de las plantas a lo largo de grandes distancias, ayudando a mantener la diversidad vegetal.

Un servicio fundamental que a menudo pasa desapercibido es el **control de plagas**, acción por la cual las aves deberían considerarse verdaderos héroes. De manera cotidiana, las aves consumen una gran cantidad de animales incluyendo insectos, arañas y roedores, muchos de ellos considerados

plagas debido al nivel de daño o pérdidas económicas que ocasionan especialmente en campos de cultivo o por situaciones relacionadas a la salud pública tales como la malaria.

Importancia de las aves en las plantaciones

En plantaciones de café en Costa Rica, se ha encontrado que las **aves insectívoras** reducen los daños provocados por un escarabajo conocido como "broca del café", considerado una de las plagas que más daños causa a este cultivo. Al alimentarse de este insecto, las aves reducen la infestación hasta en un 50 %, salvando entre 25 y 70 kg de café por hectárea al año, lo que corresponde a una ganancia de entre \$ 75-\$ 310 dólares americanos (USD).

En plantaciones de cacao de Brasil, se ha reportado que las aves junto con los murciélagos, reducen los niveles de daño por artrópodos en las hojas de este árbol, ayudando a salvar alrededor de 326 kg/ha/año, equivalente a \$ 730 USD. En una situación similar, en plantaciones de palma de aceite del sureste asiático, las aves insectívoras reducen el daño ocasionado por insectos a las plantas jóvenes, mientras que la **lechuza de campanario**, un ave nocturna carnívora, ayuda a controlar los roedores que causan daño a este cultivo.





Aves en huertos de aguacate: Coa elegante (*Trogon elegans*), Tecolote del oeste (*Megascops kennicottii*)
Fotografía de Andrea Gómez Sánchez.

Impacto de las actividades humanas en la biodiversidad de aves

El cambio de uso de suelo (cambio de un determinado tipo de superficie por otra, ejemplo el cambio de bosque a campos agrícolas) y el uso de plaguicidas, están causando la pérdida irreversible de biodiversidad. La pérdida de especies y sus hábitats está teniendo repercusiones negativas para el bienestar humano, ya que los servicios ecosistémicos no pueden ser reemplazados.

Un ejemplo de esto se ha documentado en la Isla Guam del Pacífico, donde casi todas las especies de aves insectívoras han desaparecido. La pérdida de aves fue provocada por la introducción a la isla de una especie de **serpiente arborícola marrón** (*Boiga irregularis*) a mediados de 1940, convirtiéndose en el principal **depredador de las aves**. La ausencia de éstas, provocó una sobrepoblación de arañas y hasta 40 veces más telarañas en comparación con las islas vecinas donde la serpiente estaba ausente y todavía se encuentran poblaciones de aves insectívoras. Esto demuestra que las aves, como muchos otros organismos, son muy importantes para mantener el equilibrio de los ecosis-

temas, así como para brindar comodidades a los humanos. No obstante, aún hay mucho que no se sabe sobre estos servicios proporcionados por las aves y cómo se ven afectados por las actividades humanas.

Pérdida de biodiversidad y funciones de las aves por el cultivo de aguacate

México es el principal productor y exportador de aguacate en el mundo. Del total de esta producción, Michoacán es responsable de más del 85 %, por lo cual se le conoce como "la capital mundial del aguacate". Desafortunadamente, la expansión del cultivo ha generado la **pérdida de miles de hectáreas de bosque nativo** junto con su biodiversidad, por la conversión a paisajes simplificados donde dominan los huertos de aguacate.

La franja aguacatera michoacana coincide con una de las zonas de mayor riqueza y endemismos de especies de aves del país. En un estudio de aves realizado en paisajes aguacateros por el Laboratorio de Investigación en Ornitología (LIO) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), se registraron más 135 especies, de las

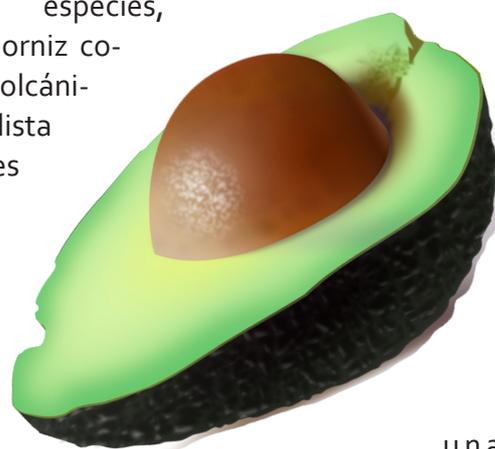
cuales el 26 % son endémicas. Este mismo estudio mostró que las plantaciones de aguacate ubicadas en paisajes que aún mantienen parches de bosque nativo, poseen un 25 % más de especies de aves que en los huertos extensivos de aguacate donde el bosque fue eliminado.

Para conocer más sobre el impacto de la expansión del cultivo de aguacate, los investigadores del LIO, desarrollaron a la par un estudio adicional sobre la **diversidad funcional de aves** presentes en paisajes aguacateros, para entender con mejor detalle su relación con los servicios ecosistémicos. La diversidad funcional mide qué tan diferentes son los atributos funcionales, es decir, cómo cambian rasgos como la dieta, los sitios dónde se alimentan, las formas de obtener su alimento y hasta el cambio en la biomasa relacionada a la composición de especies.

En este estudio se observó un 12 % menos de especies insectívoras en los huertos extensivos y un 11 % más de especies granívoras que en los huertos con remanentes de bosque. Asimismo, se encontró que las **especies especialistas de bosque**, como insectívoras que se alimentan en la corteza (ejemplo pájaros carpinteros), así como especies de gran tamaño (más de 81 g) como rapaces nocturnas y codornices, son las más propensas a desaparecer de los huertos extensivos de aguacate. Algunos ejemplos de especies con esta tendencia son la coa elegante (*Trogon elegans*) y el tecolote del oeste (*Megascops kennicottii*).

Estos resultados indican que los cambios en el paisaje como consecuencia del aumento en el cultivo de aguacate, afectan de distinta manera a las diferentes especies, y la merma de éstas por efecto de la **conversión del paisaje**, se relaciona con la pérdida de servicios ecosistémicos debido a que diversas especies, como por ejemplo las controladoras de insectos y roedores, al no consumir las grandes cantidades de este alimento por su ausencia, pueden causar daños severos a los cultivos y a los humanos.

Otras especies, como la codorniz coluda transvolcánica, especialista de bosque, es de gran importancia para la conservación, además que es especie de México actualmente amenazada por la pérdida de su hábitat.



Una especie endémica actualmente amenazada por la pérdida de su hábitat.

La pérdida de especies que controlan plagas de insectos y de polinizadores ha prendido las alarmas a nivel mundial, constituyéndose en una crisis de proporciones catastróficas que afectará la producción de alimentos en el futuro próximo. Por tal motivo, el implementar **nuevos sistemas de manejo agrícola** es una condición necesaria para asegurar la producción de alimentos y la conservación de la biodiversidad. El permitir que las aves y otros animales lleven a cabo los diferentes servicios ecosistémicos, resultará en mejores beneficios para los agricultores, como ahorrar el dinero que se invierte en plaguicidas y producir alimento libre de contaminantes químicos y amigable con el ambiente.

Como resultado de nuestro estudio, encontramos que los huertos que mantienen remanentes de bosque y cultivos mixtos, conservan un porcentaje importante de biodiversidad, por lo que se recomienda conservar paisajes heterogéneos que mantengan una economía local fuerte, pero que además, contribuyan a la conservación de la naturaleza.

Es de suma importancia tener en mente que la biodiversidad brinda todas las comodidades a las que estamos acostumbrados, por lo cual es fundamental identificar cómo podemos con nuestras acciones ayudar a conservarla para asegurar nuestra propia existencia.



Karp D.S., Mendenhall C.D., Sand R.F., et. al. (2013). Forest bolsters bird abundance, pest control and coffee yield. *Ecology letters*, 1-9.
file:///C:/Users/Angel/Downloads/Karpetal.2013BirdpestcontrolservicesECOLOGYLETTERS.pdf

Leyequien E. y Toledo V.M. (2009). Floras y aves de cafetales: Ensamblajes de biodiversidad en paisajes humanizados. *CONABIO. Biodiversitas*, 83:7-10.

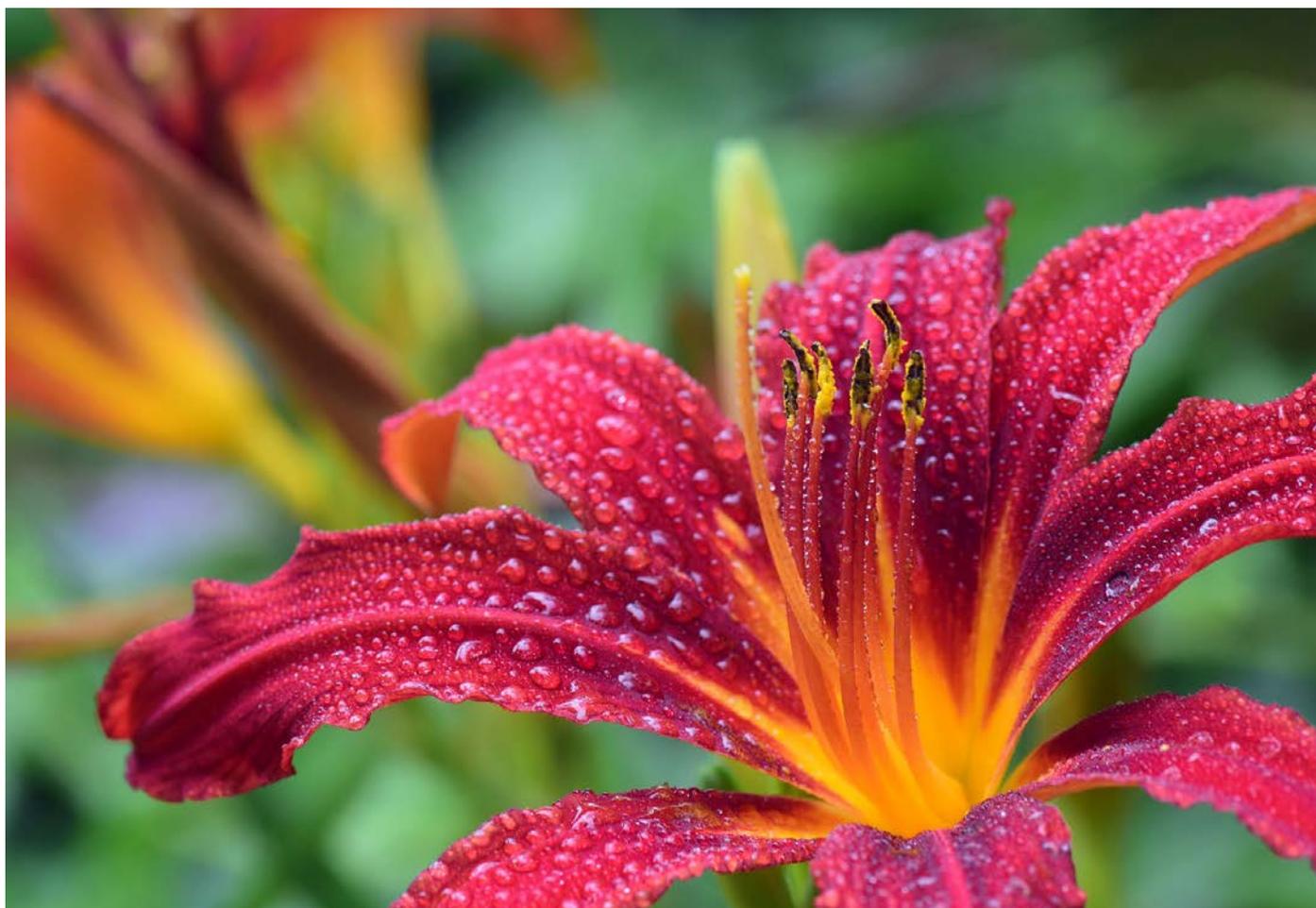
<http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv83art2.pdf>

SAGARPA. (2015). México, productor número del fruto en el mundo. Michoacán aporta el 85.9 % del aguacate en el país. *Boletín*, núm. 034.
<http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/michoacan/boletines/2015/marzo/Documents/Bo342015.PDF>

ARTÍCULO

Conocer las plantas: Un trabajo de botánicos

Emmanuel Pérez-Calix y Patricia Y. Mayoral Loera



Emmanuel Pérez-Calix, Investigador Titular del Instituto de Ecología, A.C. Centro Regional del Bajío, Red Diversidad Biológica del Occidente Mexicano, Pátzcuaro, Michoacán, México.

emmanuel.perezcalix@inecol.mx

Patricia Y. Mayoral Loera, Técnico Académico Titular del Instituto de Ecología, A.C. Centro regional del Bajío, Red Diversidad Biológica del Occidente Mexicano, Pátzcuaro, Michoacán, México.

patricia.mayoral@inecol.mx

En este artículo se relatan, a grandes rasgos, cada uno de los pasos que se siguen para documentar el registro de las plantas de un determinado lugar hasta la elaboración de una Flora, llamada así por los biólogos a la obra que contiene la información relativa a los organismos vegetales de una región.

Acompáñanos en este viaje para aprender cómo se conoce una planta

Realizar un viaje en territorio mexicano, si nos gusta contemplar el paisaje, es una experiencia llena de sorpresas, pues observamos serranías de formas espectaculares, cañadas, mesetas, valles, avanzamos por riberas de ríos y márgenes de la-

gos; sin embargo, lo que puede llamar más nuestra atención son las plantas que se asientan en cada pedazo del territorio. También puede llamar nuestra atención cuando el paisaje cambia a terrenos agrícolas, frutícolas o simplemente a áreas taladas e intensamente perturbadas que rompen la armonía del entorno.

Si ponemos atención, nos percataremos que cambian los tipos de rocas, el clima y otras características en la ruta del viaje y, aún más, si hiciéramos paradas para observar las plantas que crecen en cada lugar, advertiríamos que no solo cambian las que dominan en la comunidad, sino que **hay un mundo de vegetales viviendo en diversas condiciones**: unas prefieren habitar en las ramas de los árboles, otras en las peñas, unas más en suelo firme y si existe un charco, un río o una laguna, hay plantas que viven solo dentro del agua. También observaríamos que existe una diversidad de formas de vida como la herbácea, arbustiva, arbórea, liana, entre otras.

Entonces, puede que nos preguntemos ¿Hay personas dedicadas a conocer la diversidad de plantas?, ¿Cuántas y cuáles especies viven en un territorio?, ¿Todos estos organismos tienen un nombre?, ¿Cuál es la forma de conocer la diversidad vegetal de una región?

¿Cómo se inicia este trabajo?

En la historia de la humanidad han existido diversos intentos para conocer y clasificar el mundo vegetal. A nivel mundial es una tarea descomunal, si consideramos que **se conocen cerca de 272 655 especies de plantas**; por esta razón los botánicos, que son los científicos que se dedican a realizar esta tarea, han optado por hacer inventarios regionales de un país, de un estado, de una sierra, de un lago, etc.

El trabajo empieza con **la exploración y la recolección de las plantas** que crecen en el área seleccionada. La actividad consiste en cortar fragmentos de las plantas con flores o frutos (si son plantas que presentan estas estructuras) o con órganos reproductores (en caso de los helechos y sus afines). Se registran la fecha y los datos de la localidad: ubicación, coordenadas geográficas, altitud, lugar donde vive la planta; características de la planta como su tamaño y color de la flor. **Las muestras se deshidratan** y se emprende la segunda fase del método del trabajo florístico: asignarle un nombre a cada ejemplar. Los botánicos a ese paso lo etiquetan como "identificación".

Diversas plantas tienen dos tipos de nombres, uno común, que es por el que la conoce la mayoría de la gente, y otro científico, pero aún existe un contingente de vegetales que no tienen asignado ni uno ni otro. Aunque ambos son importantes, al botánico le interesa el científico porque es con el que se conoce a la misma especie de planta en todo el mundo; además, es el nombre con el que se va a registrar toda investigación que se le realice a la especie.

Otro paso: la identificación de las plantas

Identificar una planta es interesante y divertido. Se trata de hacer una búsqueda meticulosa en la literatura especializada en taxonomía vegetal (libros, revistas y portales electrónicos) de la clasificación y del nombre que le corresponde al organismo que tenemos bajo la lupa o microscopio. Este paso puede ser sencillo y rápido si la planta es de amplia distribución y bien conocida en la literatura; puede ser más lento si se distribuye en sitios exclusivos y su registro documental es antiguo o poco accesible; es más tardado cuando los documentos en los que se registra están en bibliotecas poco disponibles o cuando se trata de una planta a la que no se le ha asignado un nombre científico, en cuyo caso es necesario realizar un trabajo para registrarla en la literatura botánica.



Anaqueles con especímenes del herbario del Instituto de Ecología, A. C. Centro Regional del Bajío (IEB).



Ejemplar y etiqueta de *Oxalis morelosii* Pérez-Calix (*Oxalidaceae*) preservado en el herbario del Instituto de Ecología, A. C., Centro Regional del Bajío (IEB). Fotografía de Brenda Y. Bedolla G

El proceso continúa con el **arreglo de los ejemplares en un herbario** (colección científica de plantas deshidratadas), a partir del ingreso a una colección, el espécimen se convierte en el "documento que certifica la existencia de una especie en un determinado tiempo y lugar". Los biólogos aprecian las colecciones científicas como fuente de diversas investigaciones y de enseñanza, bajo esta perspectiva, las colecciones preservan la documentación de la diversidad florística.

Una vez que se tienen identificadas las plantas y organizadas en una colección, se procede a preparar una obra que servirá como guía para los interesados en su conocimiento. Los biólogos aplican el término **Flora** para referirse a la obra que contiene información de los organismos vegetales de una región; esta puede publicarse como un libro único o en una serie de volúmenes o fascículos en el caso de ser impresa o, si es electrónica, en discos compactos o en plataformas web diseñadas para gestionar la información y la consulta práctica por un amplio sector de usuarios.

Los botánicos preparan los **tratamientos taxonómicos de las floras** en los niveles de familia, género y especie; incluyen sus descripciones morfológicas y claves para la identificación de las plantas en esas categorías.

Para cada especie presentan su nombre científico (el nombre válido según normas precisas, el autor de ese nombre y el documento en el que se publicó) y sus nombres comunes, si los tienen, continúan con una **descripción morfológica**, datos de su distribución geográfica y ecológica, los meses en que florece y fructifica, citan los ejemplares (que son los que atestiguan que la especie vive en la localidad de donde se registra) depositados en los herbarios, y estampan una ilustración o **fotografía de la planta** para exhibir sus características más sobresalientes, estas imágenes son una herramienta indispensable pues son un importante material de apoyo en el reconocimiento taxonómico.

Conocer la diversidad de organismos que habitan en una región, además de fascinador, es trascendental para la humanidad, porque esta

biodiversidad le ha servido de base para su desarrollo cultural. En este sentido, la relevancia de una Flora radica, entre muchos otros aspectos, en que está formada por **metadatos botánicos**; es decir, tiene datos que se relacionan con otros. Es una fuente que notifica la distribución actual e histórica conocida de una especie, cuándo y en dónde se colectó por primera vez, si durante un evento particular (como el descubrimiento de América, las Guerras Mundiales, las actividades agrícolas) se exploraba, se coleccionaba y qué colectores botánicos permanecieron activos recolectando especímenes, así como la diversidad de vegetales recaudados. Se pueden tener datos de los ejemplares preservados, como son la fecha más antigua y más reciente en la que una especie fue colectada, el autor de cada especie registrada en la Flora, el nombre y datos de la publicación, entre otra información.

Compilar una Flora requiere de un enorme trabajo de investigación en campo, en los herbarios y en la literatura taxonómica impresa y digital. De hecho, la información que se usa para preparar una Flora proviene de los artículos científicos en los que se registraron originalmente las especies para la ciencia, de otros documentos como monografías o revisiones taxonómicas, y de la información contenida en los especímenes depositados en los herbarios.

La Flora entonces es “un documento que se debería de actualizar constantemente, que debe pasar por una revisión por parte de los especialistas en cada grupo taxonómico, y que contiene una compilación confiable de información acerca de las plantas”.

México es un **país megadiverso** por poseer una gran cantidad y diversidad de especies de animales y plantas (aproximadamente 70% del total mundial). Según datos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, se conocen en el mundo 272 655 especies de plantas, en México habitan entre 22 000 y 31 000 de ellas; casi un 20% tiene atributos medicinales y un alto porcentaje es exclusivo de México. Además, algunas especies aún no se han descubierto, otras seguramente se han extinguido sin que sepamos de ellas y otras desaparecerán sin que las registremos, por lo que tampoco quedará evidencia de su uso potencial.

Aunque, biológicamente hablando, la flora de México es una de las más complejas y variadas del planeta, gracias a las exploraciones botánicas, a la consolidación de los herbarios, y a las publicaciones derivadas de investigación taxonómica, se han podido generar **floras regionales para el país**. Algunas de ellas se consideran terminadas, pero la mayoría continúa en proceso:



so:
Flora de Sonora, Flora de Veracruz, Flora Fanerogámica del Valle de México, Flora de Baja California, Flora Novo-Galiciana, Flora de Jalisco, Flora de Guerrero, Flora del Bajío y de regiones adyacentes, Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán y Flora Mesoamericana.



Cruz-Paredes L. y Cruzado-Cardiel M. (2009). *Conociendo las plantas de mi localidad. Manual de alumnos y profesores*. Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana. <http://reservaeleden.org/plantasloc/>

Sánchez-González A. y González Ledesma M. (2007). Técnicas de recolecta de plantas y herborización. En: A. Contreras-Ramos, C. Cuevas Cardona, I. Goycochea e I. Iturbe. *La sistemática, base del conocimiento de la biodi-*

versidad. Pachuca, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, pp. 123-133. <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/6082/Capitulo12.pdf>

Olvera G. M. (s.f.). Triptico: *Colecta y preparación de un ejemplar herborizado*. México, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología. <http://www.ib.unam.mx/m/docs/flatpages/botanica/herbario/servicios/triptico.pdf>

ARTÍCULO

Obesidad: Estrés y tristeza

Yeslie Salud Rodríguez Herrejón



La obesidad y el sobrepeso se definen como un almacenamiento excesivo de grasa que puede ser dañino para la salud, ya que son detonantes para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, diabetes *mellitus* y cáncer.

En pequeñas cantidades, la **grasa es muy útil como fuente de energía almacenada**, y sirve también para el almacenamiento y absorción de algunas vitaminas; no obstante, su exceso puede ocasionar serios problemas. La obesidad se extiende a un paso alarmante, no solo en países que han tenido un crecimiento rápido, sino también en aquellos que apenas están en desarrollo. Según las cifras más recientes de la Organización Mundial de la Salud (OMS), México ocupa el primer lugar en el mundo en obesidad infantil y el segundo en obesidad adulta.

Yeslie Salud Rodríguez Herrejón, Estudiante del Programa de Maestría en Ciencias de la Salud de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez" de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
honolu_yr@hotmail.com

Las emociones y la obesidad

Pocas enfermedades son tan visibles ante los demás como la obesidad, ya que exponen a las personas que la padecen a presentar con más frecuencia sensación de culpa, vergüenza y pena, así como la posibilidad de ser objeto de burla por parte de los demás. **No existe una sola causa para la obesidad**, ya que involucran muchas situaciones tanto internas, es decir, de nuestro propio cuerpo, como externas a él.

Claro que la obesidad es el fruto de malos hábitos alimenticios y poca actividad física, pero ¿Qué tanto influyen las emociones en ganar peso o en impedir la bajar de esos kilos de más? Sin duda, mucho.

Las emociones pueden controlar nuestra ingesta de alimentos, y al revés, nuestra ingesta afectará nuestro estado de ánimo. Así pues, existen algunas personas que están tristes y comen para tener una sensación de bienestar y de esta manera sentirse protegidos "de un mundo que parece amenazante", y están aquellas que comen para calmar su ansiedad o nerviosismo. De esta forma, nuestras **emociones y pensamientos**, tanto positivos como negativos, tienen un papel importante en este gran problema de salud que es la obesidad.

La depresión y el apetito

La tristeza o melancolía son parte de nuestra vida diaria. Es normal que después de un mal día uno se sienta derrotado o infeliz, pero cuando esta sensación va más allá afectando las actividades diarias, entonces se le llama **depresión**, que incluye un elemento importantísimo: la necesidad de atacarnos y de hacernos daño a nosotros mismos.

El efecto de **la depresión en el apetito depende de persona a persona**, puede que disminuya el hambre, o puede que incremente, de tal manera que la única manera de encontrar consuelo o sensación de bienestar momentánea, es comiendo más y más, convirtiendo esto en conductas peligrosas para la salud.

Subir de peso debido a la tristeza es una realidad, pero ¿Por qué?

El primer placer que tenemos en la vida

es comer. Cuando te alimentas de tu mamá a los pocos minutos de vida, sientes calor y protección. Desde ese momento y durante toda la vida, la alimentación representará ese apego. De igual manera cuando una persona empieza a tener conciencia de sí misma, empieza a **relacionar la comida con situaciones positivas**: si sacaste una buena nota en la escuela, te premian con un helado; si hay una cita importante con un ser amado, amerita una excelente cena; y para un buen logro, hay que festejar con una gran fiesta ¿No?

Pero también, cuando alguien nos hiere o perdemos a una persona que amábamos, nos sentimos tan lastimados que comemos como una manera de recobrar aquel recuerdo inconsciente de protección total, nos sentimos tan vulnerables que nuestra mente busca una regresión a través de la comida, a esos días en los que absolutamente nada ni nadie podía hacernos daño.

El estrés y la obesidad

El estrés que es el mal de hoy en día, se produce ante la presencia de alguna situación o pensamiento que ocasione una **tensión física o emocional**, que se puede manifestar como nerviosismo, inseguridad, miedos, temblores, palpitaciones y hasta mareos.

Un poco de estrés siempre es bueno ya que nos mantiene alertas o nos ayuda a resolver situaciones, pero cuando afecta nues-

tras actividades diarias o no nos deja realizarlas, es donde tenemos que prestar atención porque podemos estar frente a un **problema grave**.

Entonces, ¿Por qué el estrés se relaciona con la obesidad? Nuestra primera respuesta es que ante la necesidad de relajar tensiones y buscar esa sensación de alivio y bienestar, **el estrés nos provoca más hambre** y por esa misma razón una persona estresada come más.

Una segunda respuesta, está relacionada con tener más antojo de comer alimentos **ricos**



en calorías cuando estamos estresados, debido a la liberación de **hidrocortisona**, una hormona que incrementa el almacenamiento de grasa en el abdomen. También participan otras hormonas como el cortisol, la adrenalina y la noradrenalina, que tienen la función de estimular a nuestro cuerpo para comer más, sobre todo **alimentos hipercalóricos** para continuar realizando nuestras actividades.

Por otro lado, además de estar con estrés por nuestro estilo de vida, también lo padecemos por no organizar el **tiempo de descanso y de dormir**, lo que lleva a la liberación de estas hormonas, que disminuyen la sensación de saciedad y por consiguiente, aumentan las ganas de consumir alimentos con muchas calorías.

Nuestro cuerpo entiende que bajo situaciones de estrés necesita más combustible, y al mismo tiempo, se prepara para situaciones peores, por lo tanto el estrés favorece a incrementar el exceso de grasa corporal.

¿Cómo evitar que estas emociones me lleven a la obesidad?

Si la causa de la obesidad es producto de diversos factores, el tratamiento tiene que abarcar todos los aspectos involucrados. En este sentido, se requiere un tratamiento integral, que involucre la participación de nutriólogos, psicólogos y psiquiatras, quienes darán tratamientos con el propósito de que las personas obesas logren **hacer cambios** a su estilo de vida y hábitos alimenticios.

El éxito final no solo es que la persona pierda peso, sino educarla y que tenga un desarrollo continuo en una mejor calidad de vida, donde el alimentarse sanamente, ejercitarse, aceptar su cuerpo tal y como es, así como aprender a resolver las situaciones emocionales que nos llevan a conductas destructivas, sean parte de su rutina diaria. Hay que recordar siempre la inmemorable frase:

"cuerpo sano en mente sana".



Bravo Del Toro A., Espinosa-Rodríguez T., Mancilla-Arroyo L., y Tello-Recillas M. (2011). Rasgos de personalidad en pacientes con obesidad. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 16(1):115-118.
<https://www.redalyc.org/pdf/292/29215963010.pdf>

Jarne A. y Talarñ A. (1997). *Manual de psicopatología clínica* (Cap. V. Trastornos de alimentación). Barcelona, Herder Editorial, pp. 139-188.

https://www.academia.edu/34801838/Manual_de_Psicopatologia_Clinica_Jarne_y_Talarn

Seijas-Buschiazco D. y Feuchtmann-Saez C. (1997). Obesidad: factores psiquiátricos y psicológicos. *Boletín de la Escuela de Medicina*, 16(1):1-6.
<https://arsmedica.cl/index.php/MED/article/view/1211/1049>

TECNOLOGÍA

Videojuegos: Su función en la prevención de la obesidad infantil

Ismael Edrein Espinosa Curiel y Maryleidi Hernández Arvizu



Videojuego serio FatCombat (Fuente propia)

Dr. Ismael Edrein Espinosa Curiel, investigador titular en la Unidad Tepic del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE). Sus áreas de investigación son interacción humano-computadora, cómputo persuasivo, y videojuegos serios.

ecuriel@cicese.mx

LCM. Maryleidi Hernández Arvizu, encargada de Comunicación y Vinculación en la Unidad Tepic del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE). Sus intereses son la comunicación y la difusión de la ciencia.

maryleidi@cicese.mx

Nada hace más felices a los niños que jugar. ¿Quién no jugó a las escondidas, alcanzadas, o saltar la cuerda? Durante el desarrollo infantil, el juego es una herramienta fundamental para entender y adaptarse al mundo. Jugar enriquece la imaginación, ejercita la atención, la concentración y la memoria, y favorece la sociabilidad y la comunicación.

Del juego a los videojuegos "serios"

La transición del juego hacia el mundo digital en los años 60s, propició la creación nuevas formas de entretenimiento que resultaron ser sumamente atractivas para los niños. Desde entonces, los videojuegos han incorporado dinámicas y modos de juegos más complejos, mejores entornos gráficos, y están disponibles para distintas plataformas como PC, consolas y dispositivos móviles. Además,

se han diversificado en un gran número de géneros entre los que destacan los de acción, aventura, estrategia, simulación, deportes, música y sociales. Es tal el impacto de los videojuegos que se estima que más del 90% de niños y adolescentes han jugado algún tipo de videojuego en su vida.

Con el tiempo se identificó que los jugadores de videojuegos además de divertirse también mejoraban su conocimiento y desarrollaban sus habilidades. Inspirados en esta cualidad surgieron los videojuegos “serios”, los cuales más allá de la diversión, buscan que los jugadores adquieran conocimientos y habilidades de una forma estructurada, planeada y dirigida. Entre las características de los videojuegos serios destacan que ofrecen un aprendizaje activo y multi-sensorial; favorecen la activación y aplicación de conocimiento previo; proveen retroalimentación inmediata que permite al jugador aprender de sus acciones; y facilita la autoevaluación. Esta forma de aprendizaje ha resultado ser más placentera, interesante, y efectiva que los métodos tradicionales de enseñanza. Los videojuegos serios han mostrado resultados positivos en disciplinas como matemáticas, ciencia, y geografía.

Videojuegos serios para combatir la obesidad infantil

En los últimos años, se ha explorado el uso de los videojuegos serios en la promoción de la salud en los niños debido a que es difícil influenciarlos con intervenciones tradicionales. Este tipo de juegos permiten un aprendizaje interactivo y experiencial que puede mejorar la autoeficacia y comportamientos relacionados con salud. Asimismo, permiten llevar su propio ritmo de avance y ofrecen oportunidades para socializar. Otra característica que destaca es que ofrecen entrenamiento de habilidades de autocuidado de forma ilimitada, lo cual facilita aplicarlas a situaciones de la vida real.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, uno de los principales problemas en los niños es la obesidad, ya que afecta a 340 millones de niños y adolescentes. En México, su magnitud se extiende al 33% de la población infantil en la edad escolar. Las repercusiones que tiene la obesidad en la salud se relacionan con diabetes, problemas cardiovasculares, endocrinólogos y de autoestima. Para combatir la obesidad infantil se han desarrollado videojuegos serios para promover la actividad física, la educación nutricional, y el cambio de comportamientos nutricionales de los niños.

Videojuegos serios de ejercicio

Gracias al desarrollo de nuevos dispositivos tecnológicos, como el sensor Microsoft Kinect, el Nintendo Wiimote, y la cámara Sony EyeToy, jugar videojuegos dejó de ser una actividad sedentaria. Ahora para interactuar con el

videojuego y avanzar en el logro de las metas es necesario realizar movimientos corporales y actividad física en lugar de estar sentado frente a un televisor. Algunos ejemplos de este tipo de videojuegos son Kinect Sport, Dance Central y Kinect Adventures. También, se han desarrollado nuevos videojuegos móviles que fomentan la realización de actividad física fuera de casa, como Pokémon GO.

Entre los beneficios potenciales de los videojuegos de ejercicio destacan el incremento en el gasto calórico, la frecuencia cardiaca y la mejora en la condición física de los niños. Las investigaciones actuales sobre este tipo de videojuegos para niños se enfocan en comprobar su impacto en el peso, la adquisición de habilidades motoras y la comprensión de conceptos de actividad física.

Videojuegos serios de educación nutricional

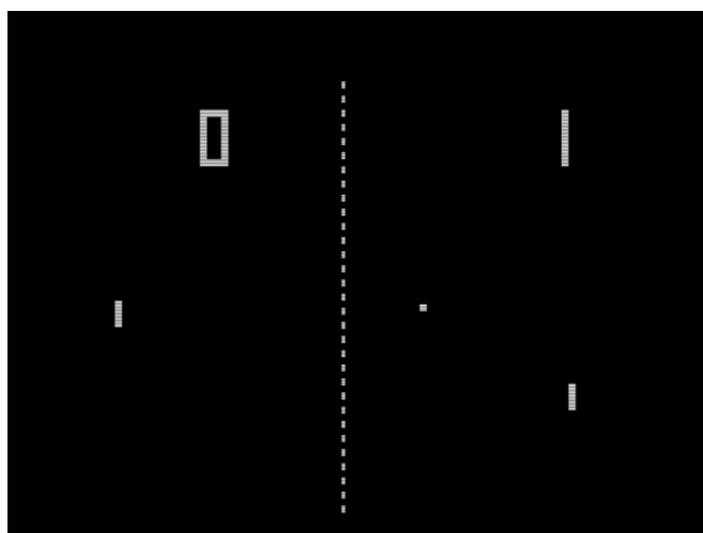
La falta de educación nutricional es uno de los principales factores que fomenta la obesidad infantil. Debido a lo anterior, se han desarrollado videojuegos serios educativos que integran estrategias pedagógicas para estructurar y guiar el aprendizaje de los niños sobre alimentación saludable.

Existen videojuegos que enseñan definiciones nutricionales y reglas de alimentación, por ejemplo sobre calorías, carbohidratos y porciones recomendadas de frutas y verduras. Algunos otros videojuegos más elaborados enseñan la pirámide alimenticia, guías de alimentación, o sobre la identificación de alimentos saludables y chatarra.

La mayoría de estos juegos reportan mejoras significativas en el conocimiento de los niños en el corto plazo. Las tendencias de investigación actuales se enfocan en estudiar si sus efectos se mantienen a mediano y largo plazo.

Videojuegos serios para influir en los comportamientos nutricionales

Existen videojuegos serios más complejos que tienen el objetivo de influir en las actitudes y



Videojuego Pong de Atari - Uno de los primeros videojuegos – Fuente Wikipedia

comportamientos alimenticios de los niños para que estos adopten un estilo de vida más saludable. Estos videojuegos buscan incrementar el consumo de comida saludable como frutas, verduras, leguminosas y carnes blancas, o reducir el consumo de comida no saludable como son alimentos ultra-procesados y botanas y bebidas que contiene exceso de azúcar, grasa, o sal.

Para lograr que los niños cambien sus actitudes y comportamientos, estos videojuegos combinan técnicas de cambio de comportamiento basadas en teorías psicológicas, con técnicas de ludificación. Algunas de las técnicas de cambio de comportamiento que se integran son los mensajes motivacionales, el establecimiento de metas personales, la resolución de problemas, y las actividades enfocadas a desarrollar el auto control. Respecto a las técnicas de ludificación, se incluyen elementos para lograr el enganche y la diversión de los jugadores, como historias, recompensas, retroalimentación, niveles, y retos.

Estos videojuegos han mostrado resultados positivos en los jugadores al ayudarlos a aumentar su consumo de frutas y verduras o reducir su consumo de bebidas azucaradas. Las investigaciones actuales sobre estos videojuegos se centran en el diseño e integración adecuada de las técnicas de cambio de comportamiento en los elementos y mecánica de los videojuegos. Además buscan identificar cuál conjunto de estas técnicas son más efectivas y para cuáles grupos de usuarios funcionan mejor estas intervenciones.



Hacia la personalización de los videojuegos serios para combatir la obesidad infantil

Si bien los videojuegos han sido bien aceptados por los niños y han mostrado resultados positivos, aún es necesario realizar investigaciones encaminadas a aumentar su efectividad en niños obesos. Uno de los retos de investigación es el desarrollo e integración de nuevos mecanismos de personalización que logren motivar y comprometer a los jugadores a mediano y largo plazo. Estos mecanismos basándose en el perfil, conocimientos, e intereses de los niños deben de adaptar el contenido y las estrategias de aprendizaje, motivación y persuasión. Otro de los retos es identificar el conjunto de técnicas de cambio de comportamiento que son más efectivas para niños obesos.

Videjuegos serios para nutrición en México

En México, se está desarrollando iFitKids, una plataforma adaptada a la población infantil mexicana que integra elementos de ludificación con conocimientos de nutrición, psicología y actividad física. iFitKids integra videojuegos que enseñan sobre los grupos de alimentos, los criterios de una alimentación saludable y no saludables. También enseñan los distintos tipos de grasa, la equivalencia de una porción de los alimentos, y las recomendaciones de ingesta de cada grupo de alimentos y de calorías, agua, grasa, azúcar, y sal.

Por su parte, los principales elementos de cambio de comportamiento que integra iFitKids son un diario digital de alimentación, mini juegos para desarrollar el autocontrol, un módulo de establecimiento y seguimiento de metas, mecanismos de personalización del aprendizaje y la motivación con base en las características e intereses de los niños. Además, incluye un módulo de resultados para padres y expertos en nutrición y psicología. Actualmente la plataforma y los videojuegos que la componen están en proceso de evaluación.



López, C. (2016). El videojuego como herramienta educativa. Posibilidades y problemáticas acerca de los serious games. *Apertura, Revista de Innovación Educativa*, 8(1):1-15. <http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/825/539>

Roncancio-Ortiz A., Ortiz-Carrera M., Llano-Ruiz H., Malpica-López M. y Bocanegra-García J. (2017). El uso de los videojuegos como herramienta didáctica para

mejorar la enseñanza-aprendizaje: una revisión del estado del tema. *Ingeniería Investigación Y Desarrollo*, 17(2):36-46. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria_sogamoso/article/view/7184/5618

Parrado F.E, Muñoz J.E. y Henao O.A. (2014). Diseño de videojuegos serios para la salud. *Páginas: Revista académica e institucional de la UCPR*, (95):127-141. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5213954.pdf>

UNA PROBADA DE CIENCIA

El libro del día del juicio final

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.
hcano19z1@mac.com*

Imagine por un momento que podemos viajar en el tiempo. Movernos al pasado, porque el futuro no existe y allí no podemos ir ¿A dónde les gustaría ir? A mi me gustaría ver el proceso de construcción de las grandes catedrales góticas, otros quisieran estar en algún momento decisivo de la historia de la humanidad o tal vez de la creación de una obra de arte.



Seguro a la mayoría de nosotros únicamente se nos ocurrirán momentos del pasado alegres, grandiosos. Pero para un historiador o para un científico, será diferente: los momentos de elección serán otros, incluso incomprensibles para muchos. Imagínese viajar al pasado no para divertirnos o resultar héroes o conquistadores. No, viajar para comprender más adecuadamente la historia, pero evitando en todo momento influir en ella para no cambiar el futuro, es decir, nuestro presente... Así no parece tan divertido.

Este es el viaje que proponen en el libro que ahora recomendamos. Es ciencia ficción y de la buena. A mediados del siglo XXI, la joven estudiante Kirvin Engle se prepara para hacer un viaje en el tiempo. Junto con otros científicos, pretende recabar información de primera mano sobre una de las

épocas "más oscuras" de la historia de la humanidad: la Edad Media. Apparentemente, todo ha salido bien. Kirvin se encuentra en una nevada campiña inglesa en pleno siglo XVI. Lo que no sabe es que, en 2045, el técnico que marcó las coordenadas de su viaje ha caído fulminado, presa de una extraña plaga que parece asolar la población de ambos tiempos. La historiadora está atrapada en plena época de la peste negra, y su venida es interpretada como un acto de Dios; creen que es un ángel protector llegado del cielo para evitar el juicio final.

Se trata de El libro del día del juicio final (La factoría de ideas, 2008, ISBN 9788498004021), de Constance Elaine Trimmer Willis, más conocida como Connie Willis, escritora estadounidense de ciencia ficción. Por esta novela ganó los Premios Hugo, Nebula y Locus, los más importantes del género. Sus novelas usan mucho los aspectos históricos en las tramas y el recurso del viaje en el tiempo, virtual o físico. A pesar de que ha conseguido muchos premios con sus otras novelas, tal vez El libro del día del juicio final sea la más conocida y mejor lograda.

Y es que la época y el conflicto que relata son de un gran interés. La peste negra o muerte negra se refiere a la pandemia de peste más devastadora en la historia de la humanidad que afectó a Europa y Asia en el Siglo XIV y que alcanzó un punto máximo entre 1347 y 1353. La enfermedad se convirtió en una acompañante terrible a lo largo de la historia, hasta su última crisis a principios del Siglo XVIII. La peste tuvo un impacto pavoroso. De la enfermedad se desconocía prácticamente todo, por un lado, se presentaba de manera inesperada, atacaba a toda la población y atravesaba fronteras con la mayor facilidad. De ella se desconocía su origen

y la manera de evitar el contagio. El destino de los enfermos era fatal. Por supuesto no existía terapia alguna y afectaba a todos, sin importar el grupo o la condición económica. Resulta del todo normal que fuera tomada como una condición apocalíptica.

Esta pandemia, como otras igualmente terribles, transformó las sociedades en las que apareció y cambió o influyó decisivamente en el curso de la historia.

La peste es una enfermedad zoonótica, transmitida por la rata, aun cuando en la actualidad hay discusiones muy serias sobre si fue la rata o el jerbo o gerbil (*Meriones unguiculatus*), otro roedor procedente de Mongolia.

Las zoonosis, como la actual pandemia de Covid-19, son enfermedades (algunas con potencial epidémico) transmitidas por animales al humano. En este caso, las ratas son los vectores de la bacteria *Yersinia pestis* a través de pulgas infectadas. Cuando las condiciones alimentarias y climáticas eran favorables, los roedores prosperaban y con ellos las pulgas que luego saltaban a otros animales domésticos o al humano. Llegó de Asia cuando el comercio con estas tierras se incrementó. Los barcos y caravanas llegaban con sus preciadas mercancías y como viajeros inusitados venían las ratas (o los jerbos, según se demuestre). Por ello no resulta extraño que los primeros brotes ocurrieron en los puertos y ciudades con una gran actividad comercial y bonanza económica.

Yersinia pestis produce en el humano la peste bubónica, la peste pulmonar, y la peste septicémica, que son tres formas de la misma enfermedad que ocasiona daños considerables a los ganglios linfáticos, los pulmones, e infecciones generalizadas en la sangre. Las dos últimas formas eran necesariamente fatales en un día o dos. La ausencia de antibióticos y el desconocimiento casi total de la importancia de las medidas higiénicas contribuyeron a afianzar la enfermedad.

El movimiento activo de mercancías y personas dispersó la pandemia por grandes extensiones del territorio europeo y asiático. Las grandes ciudades comerciales eran los principales focos de recepción. Desde ellas, la plaga se transmitía a los burgos y las villas cercanas, que, a su vez, irradiaban el mal hacia otros núcleos de población próximos y hacia el campo circundante. La transmisión de la bacteria se produjo a través de barcos y personas que transportaban los fatídicos agentes, las ratas y las pulgas

infectadas, entre las mercancías o en sus propios cuerpos. A esto hay que sumarle el miedo...

Cuando la enfermedad aparecía de repente en una comunidad, los que podían, huían a los pueblos vecinos, acelerando, sin saberlo, la dispersión. Se cree que así llegó a Génova. La ciudad de Feodosia, en la actual Crimea, que era asediada en ese momento por los mongoles fue el primer foco de infección. Los comerciantes genoveses al conocer el mal, huyeron despavoridos, llevando la enfermedad al resto de Europa. Un efecto colateral de este miedo fue la consolidación de los prejuicios, básicamente religiosos. Ante la falta de explicaciones satisfactorias, se imponían las creencias: la enfermedad es un castigo; es el juicio final; es una prueba que Dios nos pone...

La pandemia era atribuida a miasmas o descomposición del aire, a la erupción volcánica, a la conjunción de determinados planetas, eclipses o al paso de un cometa. Pero las explicaciones más peligrosas fueron las atribuidas a la cólera de Dios por algo que hicimos o dejamos de hacer... Por supuesto, esta visión del mundo requiere culpables y los mismos fueron los de siempre. En los pueblos y ciudades se comenzó a culpar a las minorías, a los gitanos afincados en sus caravanas en las afueras, a los judíos, a los de otros credos, en fin, a los diferentes. Y se organizaron pogromos, asaltos multitudi-



narios con asesinatos, saqueos, violaciones de los barrios de los otros. Al terror de la enfermedad hay que sumarle esto, un verdadero genocidio. Además esas taras se heredaron y han sobrevivido hasta nuestros días en expresiones brutales (el nazismo, la "limpieza étnica"), hasta más sutiles como la discriminación del otro, la exclusión de los diferentes, siempre conectadas a concepciones religiosas y raciales.

Connie Willis logró una narración fluida, vertiginosa por momentos. No asume un tono didáctico, pero nos lleva de la mano para comprender la dimensión de la peste negra como una observadora cualificada. La protagonista llega a una pequeña comunidad en donde se introduce -sin quererlo- en el terror, tal como debieron vivirlo los habitantes. Es una muy interesante mezcla de novela de aventuras, con ciencia ficción y relato histórico.

Reflexionar en esta historia -y por ello aparece en esta sección de libros- nos puede llevar a encontrar una conexión directa entre las epidemias y el desarrollo de la humanidad. Estas enfermedades nos han acompañado desde siempre, sin embargo, se volvieron un asunto más serio a partir de la formación de conglomerados humanos generados por el surgimiento de las ciudades en la baja edad media. Además, el "progreso" social era generado en gran medida por mejoras en la producción de alimentos y otras mercancías. Los pueblos principales y los burgos nacientes alrededor de los castillos se volvieron mercados importantes para intercambiar o vender los excedentes de la producción, lo que movilizó a la población desde lugares lejanos para llevar sus productos a estos mercados nacientes. A esto le debemos agregar las mercancías llegadas de muy lejos con la mejora del comercio marítimo que trajo personas y con ellos animales, plantas y por supuesto agentes patogénicos no conocidos en Europa.

Además, el incremento de la producción y la demanda de productos, exigió la incorporación de nuevas tierras con tal propósito, lo que empujó a muchos animales, como los roedores, a las ciudades nacientes y con ellos, virus, bacterias, hongos, con los que la humanidad nunca había coexistido. Al parecer, las modificacio-

nes climáticas también ayudaron a la proliferación de roedores, y entonces, las condiciones para la explosión de una enfermedad estaban dadas: aglomeraciones humanas, explosión de plagas de roedores o llegada de otros que nunca habían convivido con la gente, cambio de costumbres alimentarias y una pésima higiene... Por cierto, una sencilla reflexión nos podrá mostrar que son las mismas condiciones en que se originó la nueva pandemia.

Les recomiendo mucho el libro, tanto como una sencilla novela de ficción interesante, dramática y emocionante, como por la posibilidad de estimular su deseo de conocimiento sobre éstas y otras enfermedades que han asolado a la humanidad y sobre las que tendremos que reflexionar en serio... Y una nota final, esta terrible enfermedad fue controlada con medidas de higiene, la identificación precisa de su causa, los antibióticos y las vacunas, es decir, con ciencia.



LA CIENCIA EN POCAS PALABRAS

Nanociencia y Nanotecnología

Joaquín Chávez Arellano



«Como elementos tan pequeños, pueden salvar algo tan grande como nuestro planeta»

Nanociencia es el estudio de fenómenos y a la manipulación de materiales a escala nanométrica, es decir 10^{-9} unidades de metro, que es la unidad con ocho ceros después del cero (0.000,000,001).

¿Dónde y cómo se aplica?

El área energética es la primera área de aplicación de la nanotecnología, seguida por la agricultura y la ambiental. Todas las partículas que tienen al menos una dimensión de en el intervalo de 1 a 100 nm son denominadas nanopartículas (NPS).

Nanotecnología como fuente alterna de energía

Sabemos que la energía eléctrica que se consume a nivel mundial es generada por combustibles fósiles y que como se anticipó por Thomas Maltus, desde 1798, en su "Ensayo de sobre el principio de

Ing. Joaquín Chávez Arellano, Docente de la Academia de Ingeniería en Nanotecnología en el Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Hidalgo. Ciudad Hidalgo, Michoacán, México.
jchavez@itsch.edu.mx

la población”, donde explica su famosa “Teoría poblacional”, nos dice que la población tiende a crecer más rápido que la generación de los recursos.

En este sentido, la nanotecnología tiene un gran potencial en el sector energético, como la creación de tecnologías emergentes que permitan el abasto de energía eléctrica que sea amigable con el medio ambiente, así como la disminución de gases que provocan el efecto invernadero. Recientemente se han encaminado los estudios en el desarrollo de materiales nano-estructurados, para el aprovechamiento de energías renovables, como las celdas solares, generadoras de energía limpia.

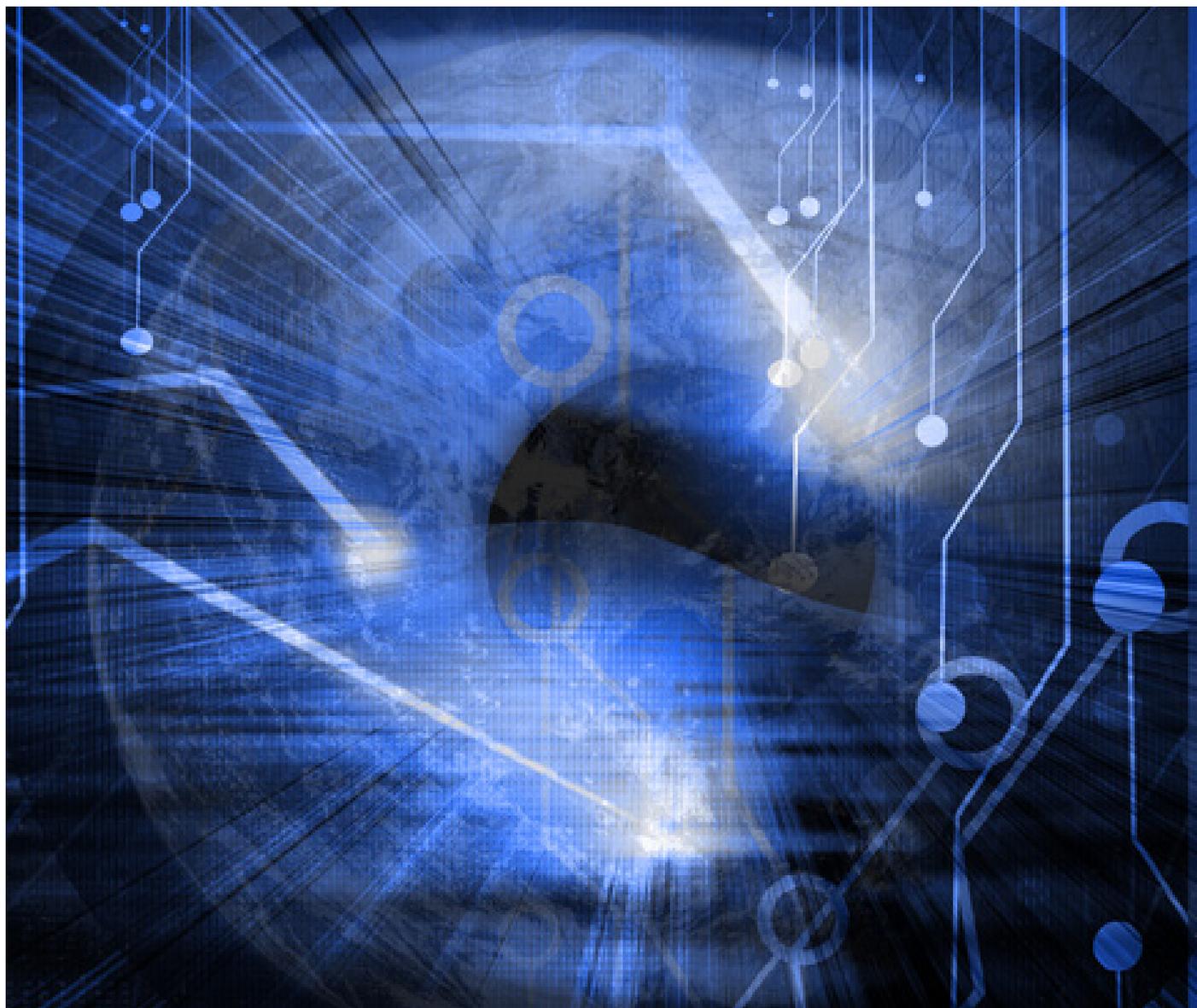
Un prototipo de celdas solares basado en nanoestructuras son las celdas solares de nanocristales inorgánicos en medio continuo. Así también tenemos a las calcopiritas de seleniuro de cobre e indio, que son un grupo de compuestos para la fabricación de celdas solares de materiales nanoestructurados, entre otros.

Nanotecnología y la agricultura

En el área agrícola y ambiental, las NPS son importantes por su uso potencial en resolver pro-

blemas que con productos a escala normal son muy costosos y no siempre se solucionan eficientemente. Respecto a la producción agrícola, la premisa básica es reducir al mínimo las pérdidas y disminuir los aspectos adversos en el ambiente por el excesivo uso de insumos agrícolas. El uso de las NPS en agricultura, incluye la producción de fertilizantes especiales, estimulantes de crecimiento y plaguicidas sistémicos.

El nitrógeno y el fósforo son elementos esenciales para el desarrollo de los cultivos. Sin embargo, algunos de ellos como el nitrato y ciertas formas de fosfatos son, además, contaminantes de cuerpos de agua superficiales y profundos. La forma más común para suministrar estos elementos minerales a los cultivos es el uso de enmiendas orgánicas o de fertilizantes. En la mayoría de los casos se da un uso inadecuado o excesivo de fertilizantes en las prácticas agrícolas, lo que propicia la contaminación de los cuerpos de agua. Con el objeto de definir un mejor uso de los fertilizantes se ha propuesto el empleo de fertilizantes de lenta liberación, los cuales presentan un gran potencial tanto en la agricultura como en la reforestación.



Sin embargo, este tipo de fertilizantes todavía presenta un alto costo de producción y, en ciertos casos, puede ocurrir una liberación descontrolada o ineficiente del mismo. Una de las formas de evitar tales inconvenientes, sin dejar de lado la función nutricional, es el uso de materiales nano estructurados capaces de liberar nutrientes de forma gradual. Esto no sólo reduciría la contaminación de suelos y agua, sino que también significaría un ahorro económico altamente considerable.

Una alternativa son las arcillas aniónicas, también conocidas como hidrotalcitas, que tengan la capacidad de retener y de liberar gradualmente fertilizantes (nitrato y fosfato) en solución acuosa, utilizadas por el hombre desde hace más de veinticinco mil años por nuestros antiguos pobladores de Mesoamérica, que ya las empleaban en la preparación de vasijas y casas de adobe.

La nanorremediación se usa para proteger el ambiente, ya sea a través de la prevención, el tratamiento o limpieza de sitios con desechos peligrosos, varios materiales se han probado en la remediación, por ejemplo: zeolitas, óxidos metálicos, metales nobles, dióxido de titanio, nanotubos y fibras de carbono y enzimas. Sin embargo, el más ampliamente usado es el hierro valencia cero.

La nanotecnología en el tratamiento de aguas

El uso de la nanotecnología en el tratamiento de aguas, es un proceso complejo que incluye tres fases:

1. Remover los materiales que son posibles de sedimentar, con la adición de reactivos químicos, que modifican la estructura química que el agua contaminada posee, tratando de eliminar algunos compuestos como las sales

de hierro, de magnesio, de aluminio, polielectrolitos, floculantes o hidróxidos añadidos, o bien neutralizarla, fase en la que se elimina un 60% de los residuos;

2. Eliminar un 90% de los residuos, en esta etapa puede haber tratamientos biológicos que eliminarían la materia orgánica disuelta, convirtiéndola en sólidos suspendidos de fácil eliminación. Estos tratamientos pueden ser aerobios o anaerobios, ambos con los mismos objetivos de reducir la materia orgánica, así como el contenido de nutrientes y la eliminación de patógenos y parásitos.

3. En la tercera y última fase, se aumenta la calidad del efluente a los estándares requeridos antes de ser descargado a un ambiente receptor, como ríos, lagos o lagunas. En este tratamiento se elimina la carga orgánica residual, así como aquellas sustancias no eliminadas en las dos etapas anteriores.

La nanotecnología ¿una alternativa?

Se cree que las mejores soluciones a problemas existentes, serían haberlos evitado, aquí mencionamos como la nanotecnología nos ayudaría para que sea menor el impacto ambiental que se sufre con los efectos de la contaminación, derivado de la quema de combustibles fósiles, lo que también nos lleva a la pérdida de valores, a que cada vez nos importe menos nuestro planeta y el placer de la vida, al no generar contaminación que aumenten el cambio climático, que repercute en el calentamiento global. Aunque lo mejor es prevenir, la nanociencia nos propone herramientas útiles en diferentes áreas, principalmente en la energética, agricultura y ambiental.



Castañeda-Olvera J.D.R., Foladori G., León-Silva S., Robles-Belmont E. y Záyago-Lau E. (2018). Panorama de la investigación y desarrollo de las nanotecnologías para el tratamiento de agua en México. *Revista Posgrado y Sociedad, Sistema de Estudios de Posgrado, Universidad Estatal a Distancia*, 6(1):71-88. https://www.researchgate.net/publication/325913039_Panorama_de_la_investigacion_y_desarrollo_de_las_nanotecnologias_para_el_tratamiento_de_agua_en_Mexico

García-Gutiérrez D.I., Garza-Navarro M.A., Cienfuegos-Peláez R.F. y Chávez-Guerrero L. (2010). Aplicacio-

nes de la nanotecnología en fuentes alternas de energía. *Ingenierías*, XIII(49):53-62.

https://www.academia.edu/21425991/Aplicaciones_de_la_nanotecnolog%C3%ADa_en_fuentes_alternas_de_energ%C3%ADa

Leguizamón J., Quiñones C., Espinoza H. y Sarria V. (2010). Fotosensibilización de TiO₂ con un colorante comercial para fotodegradación de contaminantes orgánicos en agua. *Rev. U.D.CA Act. & Div. Cient.*, 13(2):185-190.

<http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v13n2/v13n2a21.pdf>

LA CIENCIA EN EL CINE

Trying

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.
hcano1gz1@mac.com

Voy a comenzar esta sección de recomendaciones de películas con una gran disculpa. En realidad, la que pretendo comentar no es una que tenga algún contenido de ciencia. De hecho, es una comedia de esas ligeras para pasar el verano. Lo que pasa es que al momento de escribir estas líneas y preparar este número de *Saber Más* me encuentro un poco saturado (o un mucho, como para salirme de la línea...). Estuve recapitulando las películas y series que he visto últimamente que se acerquen al canon de esta sección, es decir, que contengan elementos que puedan ser analizados con los lentes de la ciencia. Y la verdad casi todas las candidatas versan sobre temas oscuros o catastróficos o son demasiado fantasiosos para tomárselas en serio en esta sección y yo, pues necesito algo fresco, divertido y que no me haga pensar mucho, por lo menos esta noche...

Así que disculpen, hoy vamos a hablar de otra cosa. Buscando en las listas de estrenos de una plataforma de televisión bajo demanda (Apple Tv+) me encontré una serie de nombre muy cortito, *Trying* (intentando, en español) y pues yo quise saber que intentaban y si cumplía mis exigencias de algo muy ligero, pues me quedaba a verla. Y fue una grata sorpresa, divertida, irónica y con un tema que pocas veces se toca fuera de culebrones sentimentales, y menos con humor (*Trying*, Inglaterra, 2020, creada y escrita por Andy Wolton para Apple Tv+).

La serie trata sobre una pareja de adultos jóvenes, encantadores, aunque algo inestables que se preparan para adoptar a su primer hijo en un ejercicio constante de "crecimiento personal" y haciendo gala de alguna que otra hilarante tontería, sobre todo de ella.

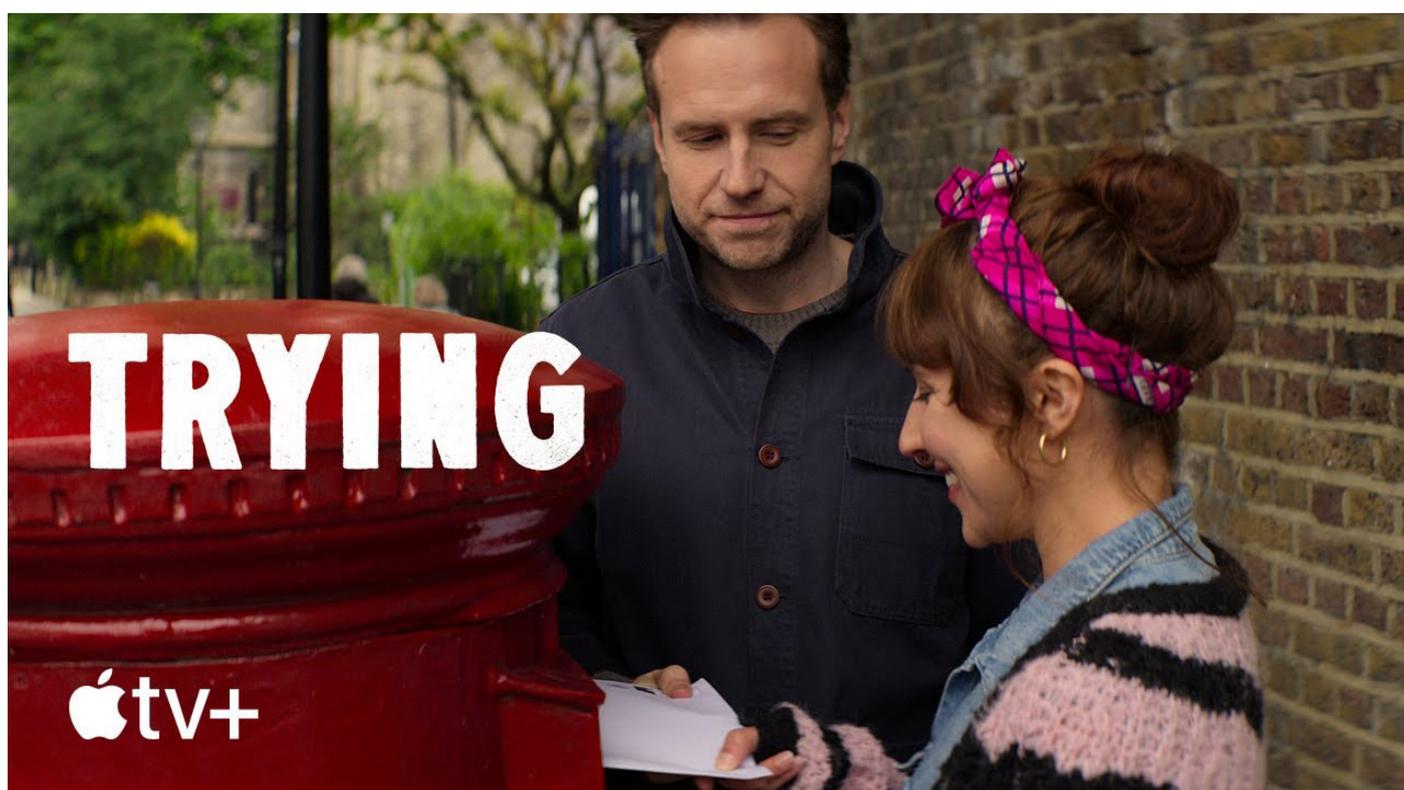
El asunto es que adoptar no es algo de broma. Es un asunto muy serio que involucra otras vidas y requiere del apoyo de la psicología y otras áreas del conocimiento más allá de la economía o el deseo y dinero de quienes buscan esta alternativa, generalmente a la propia incapacidad para concebir.

Niños hay muchos con grandes necesidades y que podrían tener una familia de adopción, lo que resalta en la serie es que lo que no hay son muchos padres y madres (candidatos) adecuados.

Inicia con el descubrimiento de la infertilidad de ella. La infertilidad es la dificultad para lograr o mantener un embarazo. Los problemas de fertilidad se pueden presentar en mujeres y en hombres, y pueden tener muchas causas y es un problema más común de lo que pensamos. Las razones son

muchas, desde problemas inmunes, falta de ovulación, óvulos no adecuados, incapacidad de éstos para implantarse, endometriosis, fibromas uterinos, bloqueos de las trompas de falopio que impiden el paso del esperma, entre otros. Y eso sólo en la mujer; por su parte los hombres podemos presentar bajo recuento de espermatozoides, defectos en la formación de éstos, ausencia de espermatozoides, problemas de movilidad y muchas causas más.

El asunto es que en la serie ella no puede quedar embarazada, pero tampoco es candidata a la fertilización asistida porque los óvulos no pueden implantarse por alguna razón, además del costo, que al parecer muy pocos pueden cubrir. Y comienza una crisis ante tal noticia. Vivimos en una cultura donde la procreación es, además de una facultad biológica fundamental, un elemento social de una importancia superlativa. Nuestra cultura no concibe que existan personas que decidan no tener hijos, por la razón que sea. De manera que hay una presión social enorme sobre nuestra pareja que viene de la familia, de los amigos, de otras mujeres hasta en el super, de mensajes que se reciben todo el tiempo por todos los medios. Esto genera un proceso de frustración aun mayor... "¿Y ahora qué hacemos?", pregunta él. "Una parte de nosotros muere y seguimos adelante con lo que quede", contesta ella. Así comienza la conversación que mantienen Jason (protagonizado por Rafe Spall) y Nikki (con la estupenda actuación de Esther Smith), sentados en un parque con cara descompuesta, tras descubrir que sus problemas de fertilidad les impedirán tener



hijos. En ese momento deciden aceptar la mala noticia y acometer la adopción como única manera de formar la familia que desean.

Pero adoptar, para ellos, es ir al sitio adecuado, llenar un formulario y salir con el niño o niña de sus sueños: casi como ir al supermercado. Allí comienzan sus problemas. Adoptar es un sendero muy complejo, lleno de retos y para nada cercano a lo que ellos creían.

Al menos en Inglaterra, adoptar un niño pasa por un proceso de evaluación psicológica, económica, histórica, de salud, muy duro. El simple deseo y su situación económica no son suficientes, como lo descubrirán. Ellos, una pareja de empleados de condición modesta, se enfrentaron en una competencia (fuera de los protocolos, desde luego), con toda suerte de personajes que persiguen el mismo objetivo. Parejas "exitosas", "cultas" y "muy bien avenidas" que organizan una insana competencia en la que hacen gala de tener todo bajo control, hasta que el sistema les rasca un poco.

Pero esta competencia existe fuera de las reglas. Las parejas están dispuestas a mentir, a aparentar y simular con la idea de que ante los expertos, eso los calificará mejor. Nuestra pareja se ve así sometida a un proceso que genera frustración, inseguridad y una crisis de confianza enorme. Esta parte me encantó, además de ser fuente de situaciones muy simpáticas por bochornosas, muestra con mucha ironía el comportamiento de las personas para simular ser cultos, exitosos, amadísimos esposos (as) y expertos en el cuidado infantil. Presumen de sus lecturas, de su conocimiento de

la política, la economía, hasta de la filosofía... Y por supuesto, nuestra pareja que solo busca ser feliz, se ve abrumada.

Hay una película japonesa que también, en tono de comedia, analiza si la estabilidad y el "éxito" económico son suficientes para criar un hijo en la felicidad (Hirokazu Koreeda, *De tal padre tal hijo*, 2013). En esta cinta, Ryota es un exitoso hombre de negocios adicto al trabajo. Cuando se entera de que su hijo biológico fue cambiado por otro niño después de su nacimiento, se enfrenta a la difícil decisión de elegir a su verdadero hijo o al niño que crió, mientras su "verdadero" hijo vive con una familia de condición muy modesta y muy alejado de los lujos que él le proporciona al niño equivocado. Pero la felicidad no está en la condición económica de los niños, sino en algo mucho más sutil...

La serie *Trying* es de verdad un intento constante de Jason y Nikki de poner su vida en orden, de adoptar, de resolver su propia situación de pareja y fundamentalmente, de encajar en un orden establecido y bendecido socialmente. Con diálogos mordaces muy inteligentes, situaciones ridículas en las que más de una vez nos veremos a nosotros mismos, se puede mirar en un maratón de fin de semana. La primera temporada consta de ocho capítulos de media hora de duración cada uno, en lo que de seguro no se aburrirán. Y de verdad nos invita a meditar en torno al significado de ser padres y pareja en una sociedad tan compleja como la nuestra.

Véanla, la cuarentena se puede hacer un poquito más ligera.



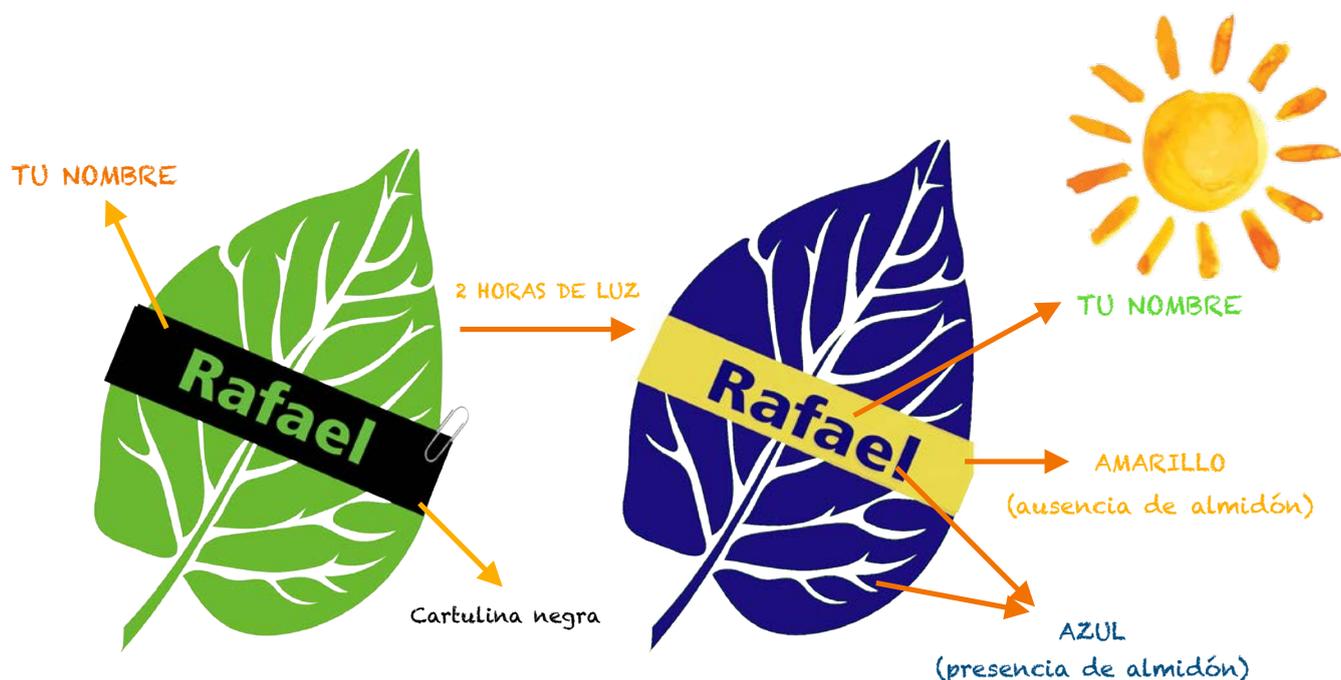
EXPERIMENTA

MI nombre en una hoja

Rafael Salgado Garciglia*

CON EL AFAN DE SEGUIR TRABAJANDO CON LAS PLANTAS AHORA HAREMOS UN EXPERIMENTO PARA INVESTIGAR CÓMO LA LUZ ES UNO DE LOS REQUERIMIENTOS MÁS IMPORTANTES DURANTE EL PROCESO DE LA FOTOSÍNTESIS.

NECESITAS: 1 planta mediana con hojas (cultivada en maceta), 1 caja o bolsa oscura (donde quepa la planta), 1 cartulina negra, 2 clips, Tijeras o navaja, 1 pinza, 1 recipiente 250mL con 25mL de solución de yodo



Antes de hacer el experimento, debes de cubrir la planta que usarás, ya sea colocándola dentro de una caja o con una bolsa oscura, de tal manera que esté en oscuridad total por 48 horas. Después de este tiempo, selecciona una hoja de la planta, la más sana y fuerte, y cubre con un trozo de cartulina negra, sujetándola con dos clips. Corta esta cartulina del tamaño y forma de la hoja que vas a cubrir, y con unas tijeras o navaja, corta la silueta de tu nombre (ver figura). Coloca la planta por 2 horas seguida en un lugar que obtenga una óptima calidad y cantidad de luz, asegúrate que tu planta haya sido regada y que no aumente la temperatura que pueda dañar tu planta. La hoja que cubriste, córtala de la planta, quita la cartulina negra y de inmediato, con la ayuda de una pinza, sumérgela en la solución de yodo por unos 10

¡EUREKA!
APARECIÓ TU NOMBRE EN LA HOJA.

¿POR QUÉ ESTÁ MI NOMBRE EN LA HOJA?

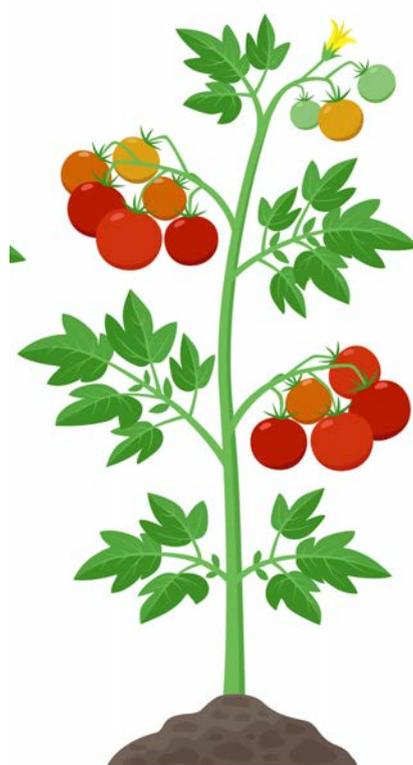
La solución de yodo cambió la coloración de la hoja, las partes verdes que no cubriste, ahora son azul oscuro, al igual que la silueta de tu nombre, pero lo que quedó cubierto presentó un color amarillo. La planta al no fotosintetizar por mantenerse por 48 h en la oscuridad, se acaba el almidón presente en las hojas para obtener nutrientes como la glucosa y energía. Al colocarla de nuevo en una condición de luz, las hojas realizan fotosíntesis para producir almidón (azul), pero no se produce en el área cubierta (amarillo). Con este experimento se demuestra que la luz del sol es necesaria para que ocurra la fotosíntesis y se produzca almidón. Pero, además observamos que con una solución de yodo (prueba de yodo) se determina la presencia de almidón mediante una reacción química entre los iones de yodo y las amilosas que conforman este polisacárido.

*Profesor e Investigador del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Metabolitos

Horacio Cano Camacho

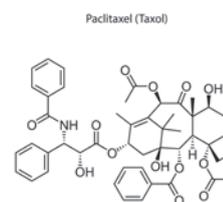
Seguramente todos hemos escuchado una serie de nombres extraños de sustancias de origen vegetal. Son denominaciones muy complicadas o extrañas como el pachulí, la cafeína, los “aceites esenciales”, la atropina y cosas así. Se trata de los llamados productos naturales de plantas o de manera más correcta “metabolitos secundarios”, porque no son exclusivos de las plantas, también los hongos y muchas bacterias los producen, si bien los más conocidos son de estas...



Metabolitos secundarios

Entre los más conocidos están los alcaloides (la cafeína del té y café, teobromina del chocolate); los fenilpropanoides (antocianinas del color de las flores), Carotenos (el rojo del jitomate y el amarillo de flores), Isoprenoídes (aromas de flores, antibióticos del chile); Betalainas (el color del betabel); Glucosinolatos (el sabor picante de la mostaza); Glucosidos cianogénicos (ácido cianhídrico de las hojas de brócoli) y muchísimos miles más. Lo interesante es que todos ellos se pueden purificar y sirven para fabricar perfumes, medicinas, antioxidantes, saborizantes, conservadores, cosméticos y muchas otras aplicaciones.

Un metabolito secundario se le llama a los compuestos orgánicos generados en la bioquímica de los seres vivos que derivan del metabolismo primario, es decir, las rutas indispensables para el sostenimiento de la vida de la célula, básicamente la glucólisis, la producción de energía y la fotosíntesis.



Los metabolitos son fundamentales para la interacción de un organismo (planta, hongo) con otros y con el medio. Sirven como antibióticos para protegerse contra patógenos, como aleloquímicos para atraer o repeler a polinizadores y herbívoros. Le permiten adaptarse a condiciones ambientales complejas como la sequía, la acidez de suelo, entre otras funciones.



