

saber más

Revista de Divulgación

de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



Año 14 / Número 82 / 2025
Morelia, Michoacán, México

ISSN 2007-7041



UMSNH



UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
Cuna de héroes, crisol de pensadores

ISSN-2007-7041

CONTENIDO



Imagen generada con IA (gemini)

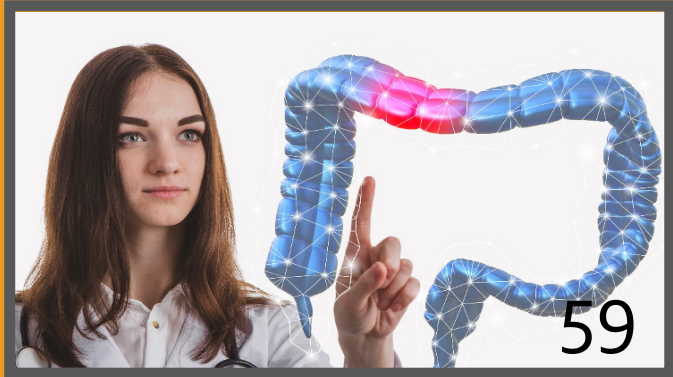
Animales
terapéuticos

venenosos:
48

Mortalmente

ARTÍCULOS

¡Al rescate de la biodiversidad! ¿Misión imposible?	17
Holobiontes: Los microorganismos no siempre son los villanos	22
Los hijos de Asgard	27
El poder oculto de las algas. Sus compuestos químicos	31
Una fibra que permite viajes espaciales seguros y detiene proyectiles	36
Descomposición química en la vida cotidiana. Importancia y utilidad	40
Los pinos piñoneros en Tamaulipas	44
Microorganismos que cuidan de las plantas	55
Si los microorganismos se estresan, ¿son los malos del cuento?	59
De cuerda a mezcal: El henequén	63
El impacto del glifosato en México. Un debate crucial	67
Huele a quemado	72
La masa muscular saludable como un signo vital más	76
El fascinante mundo de los satélites artificiales	80



ENTÉRATE

- Cáncer y sus nuevas pruebas diagnósticas 6
- ¡Los docentes universitarios no saben de pedagogía! 8

TECNOLOGÍA

- La corteza de los árboles. Una mirada tecnológica 84

UNA PROBADA DE CIENCIA

- La discípula 89

CIENCIA EN POCAS PALABRAS

- Fitoestrógenos, ¿aliados de la mujer? Ventajas y desventajas 93

LA CIENCIA EN EL CINE

- Frankenstein de Del Toro 97

NATUGRAFÍA

- Serpiente gato tau (*Trimorphodon tau*) 100

QUEHACER CIENTÍFICO NICOLAITA

- 13º Verano Nicolaita de Investigación 2025 101



Entrevista Dra. Sandra Elizabeth Sharry
Investigadora Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

DIRECTORIO



Rectora

Yarabí Ávila González

Secretario General

Javier Cervantes Rodríguez

Secretario Académico

Antonio Ramos Paz

Secretario de Difusión Cultural

Miguel Ángel Villa Álvarez

Coordinador de la Investigación Científica

Jaime Espino Valencia

Secretario Administrativo

César Macedo Villegas

Secretario Auxiliar

Jorge Alberto Manzo Méndez

Abogado General

Jesús Alfonso Guerra Cruz

SABER MÁS REVISTA DE DIVULGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, Año 14, No. 82, Julio - Agosto, es una publicación bimestral editada por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo a través de la Coordinación de la Investigación Científica, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316 74 36, sabermas.publicaciones@umich.mx, sabermasumich@gmail.com. Editor: Horacio Cano Camacho. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-072913143400-203, ISSN: 2007-7041, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Área de Tecnologías y Procesos de Información 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, septiembre 2025. 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.



Revista editada por la Coordinación de la Investigación Científica

Director

Dr. Jaime Espino Valencia
Coordinador de la Investigación Científica

Director-Ejecutivo

Dr. Rafael Salgado Garciglia
Instituto de Investigaciones Químico Biológicas
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Editor en Jefe

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

Comité Editorial

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

Dra. Adela Rendón Ramírez
Presidenta de la RED GLOBAL MX, Capítulo España,
Sede Embajada de México en Madrid, España.

Dra. Leonor Solis Rojas

Contacto Institucional con medios masivos de comunicación y responsable de las redes sociales del IIES, UNAM, Campus Morelia.

Dra. Martha Eva Viveros Sandoval
Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas
"Dr. Ignacio Chávez"
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo,
Morelia, Michoacán. México.

Dra. Nandinii Barbosa Cendejas
Facultad de Ingeniería Eléctrica,
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

Fidel Anguiano Rodríguez

Saber Más Media

M en C Miguel Gerardo Ochoa Tovar

EDITORIAL

Bienvenidos a una nueva edición de *Saber Más*, como siempre, presentamos información valiosa científica, para divulgar el conocimiento y maravillarlos con el quehacer de la ciencia, tecnología e innovación actual. En este número, conoceremos más sobre plantas, microorganismos, animales, biodiversidad, ambiente y nos adentraremos en educación, química y salud.

¿Qué pasaría si te dijéramos que lo que te da más miedo podría ser tu mejor aliado? En nuestro artículo de portada, "Animales venenosos: Mortalmente terapéuticos", exploramos cómo el veneno de algunas criaturas se está utilizando para desarrollar medicamentos que salvan vidas. Es una lección fascinante sobre cómo la naturaleza guarda soluciones en los lugares más insospechados. Continuando con esta línea de romper paradigmas, en "Holobiontes: Los microorganismos no siempre son los villanos", desentrañamos la intrincada red de la vida, revelando que los organismos no somos entidades individuales, sino ecosistemas andantes en simbiosis con billones de bacterias. Además, en "Microorganismos que cuidan de las plantas" y "Si los microorganismos se estresan, ¿son los malos del cuento?", abordamos la relación crucial entre microbios y plantas, y cómo el estrés microbiano puede influir en su comportamiento, desafiando la noción de que son simplemente "buenos" o "malos".

Y, mirando al Futuro y al Pasado, en el artículo ¡"Al rescate de la biodiversidad! ¿Misión imposible?", puedes saber más sobre los desafíos de conservar la riqueza biológica de nuestro planeta y las soluciones innovadoras que se están implementando. Por otro lado, en "El impacto del glifosato en México. Un debate crucial", nos adentramos en una discusión vital sobre la agricultura moderna y sus consecuencias.

También viajaremos al espacio en "El fascinante mundo de los satélites artificiales" y en el artículo "Una fibra que permite viajes espaciales seguros y detiene proyectiles", que nos muestra cómo la tecnología derivada de la investigación de materiales está revolucionando la exploración espacial y la seguridad.

No olvidamos las maravillas de la tierra y nuestras raíces: desde la resistencia de los pinos piñoneros en Tamaulipas, hasta la historia del henequén, que ha pasado

de ser una cuerda a convertirse en el delicioso mezcal en "De cuerda a mezcal: El henequén".

Además, en este número te invitamos a reflexionar sobre la ciencia en lo cotidiano. Descubre la importancia de la descomposición química en nuestra vida diaria, aprende sobre el poder oculto de las algas en la salud y la industria, y comprende por qué la masa muscular es un signo vital tan importante como la presión arterial. Además, en nuestro artículo "Huele a quemado" abordamos la ciencia detrás del fuego, un elemento tan destructor como vital para la vida.

En la secciones habituales también te mostramos temas interesantes: en *Entérate*, son dos notas que nos hablan de cáncer y sus nuevas pruebas diagnósticas, y de universitarios con la notas "¡Los docentes universitarios no saben de pedagogía!"; en *Tecnología y La ciencia en pocas palabras*, adéntrate en el conocimiento sobre la corteza de los árboles y dales una mirada tecnológica a los fitoestrógenos ¿aliados de la mujer?; en *Una probada de ciencia y La ciencia en el cine*, te recomendamos la novela *La discípula* de Naomi Alderman y la película *Frankenstein* del aclamado director Guillermo del Toro; en *Natugrafía*, observa lo fascinante de lo que se captura y comparte en una fotografía científica, como la de la serpiente gato tau, un recordatorio de que la ciencia no es solo una serie de datos y fórmulas, sino una aventura visual y humana; en nuestra sección *Quehacer científico nicolaita*, te presentamos el éxito de las estancias científicas de verano, principalmente lo obtenido con el *13 Verano Nicolaita de Investigación 2025*, en el que, durante unas pocas semanas de verano, los estudiantes dejan de serlo para convertirse en parte del equipo de un laboratorio, contribuyendo a proyectos reales y viviendo de primera mano la vida de un científico.

Finalmente, no te pierdas *La entrevista*, esta vez realizada a la Dra. Sandra Elizabeth Sharry, docente e investigadora de la Universidad Nacional de La Plata, de Argentina, quien nos hable entre varios temas, de la biotecnología vegetal.

En *Saber Más*, creemos que la curiosidad es el motor del progreso. Esperamos que los artículos de esta edición inspiren nuevas preguntas y te animen a seguir explorando el mundo que te rodea. Porque el conocimiento, al igual que el universo, es infinito. ¡Que disfruten la lectura!

Dr. Rafael Salgado Garciglia
Director Ejecutivo, *Saber Más*



COORDINACIÓN
DE LA INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA



DEPARTAMENTO
DE COMUNICACIÓN
DE LA CIENCIA



ANUIES - TIC



Ciencia y Tecnología

Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación



Dialnet

MIAR

latindex



Directory of Research
Journals Indexing



LatinREV

ENTÉRATE

Cáncer y sus nuevas pruebas diagnósticas

*Edgar Romero-Burgos



https://www.freepik.es/foto-gratis/mujer-cancer-piel-hablando-medico_14831373.htm#fromView=search&page=3&position=42&uuid=c748b2e8-960e-4103-ae95-0c839c2dodfo&query=cancer

El cáncer es una enfermedad en la que las células del cuerpo humano se dividen de manera acelerada y descontrolada. Esta enfermedad puede afectar prácticamente a cualquier parte del cuerpo, como tejidos, órganos, músculos y sangre. Tiene origen cuando las células dañadas evitan los mecanismos propios para el control de la división celular o el crecimiento y desarrollo adecuado que nuestro cuerpo establece estrictamente para mantenernos sanos. Sin este control, las células cancerosas se reproducen descontroladamente. Es posible que este tipo de células también se diseminen a otras partes del cuerpo a través de los sistemas sanguíneo y linfático, lo cual se conoce como metástasis.

Existen varios tipos de cáncer bien definidos, por ejemplo, el carcinoma de piel, o los que inician en huesos, cartílagos, músculos, entre otros tejidos. La leucemia afecta los tejidos donde se forman las células sanguíneas, como la médula ósea, proliferando células sanguíneas anormales. El linfoma y el mieloma múltiple afectan las células del sistema inmunitario, mientras que el cáncer del sistema nervioso central empieza en los tejidos del encéfalo y la médula espinal, a lo que se le llama neoplasia maligna.

El cáncer es considerado una enfermedad de alto impacto económico y social, por lo que representa una de las mayores causas de muerte tanto en México como a nivel mundial. Por estas razones

es importante buscar, diseñar y desarrollar pruebas de diagnóstico que puedan conducir a tratamientos más efectivos para los pacientes. Con esta intención, se ha trabajado arduamente, desde hace más de dos décadas, en indagar las profundidades de nuestro ADN para tratar de identificar y localizar los genes que indiquen predisposición a padecer esta enfermedad y el tipo de agresividad, todo ello con el objetivo de lograr un diagnóstico a tiempo e incluso previo a los síntomas de algún tipo de cáncer.

Como resultado de este trabajo de investigación se localizó el gen *p53*, el cual promete ser una herramienta diagnóstica de gran utilidad para estos padecimientos. Este gen tiene como principal función suprimir tumores, por lo que ayuda a prevenir el desarrollo de cáncer.

Una prueba de laboratorio para detectar anomalías en el gen *p53*, es crucial para determinar si un paciente presenta predisposición a un tipo de cáncer. Dicho gen expresa la producción de la proteína llamada PT53, que actúa como «un guardián del genoma» y tiene como función reparar el ADN que, por distintas razones, resulte con daño, o bien, eliminar las células dañadas. Lo anterior se realiza mediante la programación de la célula hacia un proceso de muerte celular por apoptosis, un proceso de muerte celular programada. Cuando este gen muta, es decir, sufre cambios de importancia en su estructura y consecuentemente en su función, se pierde la vital capacidad de regular la división celular y, peor aún, de reparar el ADN, lo que puede llevar al desarrollo de cáncer.

En el diagnóstico reciente del cáncer se analiza la presencia y el estado del gen *p53*, ya que las mutaciones en este se relacionan con varios tipos de cáncer. Identificar de manera precisa estas mutaciones puede ayudar a un rápido y óptimo diagnóstico, permitiendo a los médicos especialistas diseñar tratamientos específicos. Por ejemplo, la detección de una mutación en *p53* podría indicar un cáncer más agresivo, lo que llevaría a decidir el uso de terapias más intensivas y especializadas. Aunque hay mucho por aprender sobre este gen, las herramientas moleculares son ahora de vital importancia para la detección de la predisposición en pacientes.

Conocer cuáles y cuántos tipos de mutaciones presenta este gen ayudará a un mejor diagnóstico, lo que se traduciría en una calidad de vida adecuada con la implementación de tratamientos según el tipo de cáncer; esto podría ser posible con una prueba de laboratorio rutinaria.

El diagnóstico de cáncer mediante el análisis del gen *p53* es prometedor a corto o mediano plazo, lo que significaría un avance significativo para la salud de la humanidad.

***Edgar Romero-Burgos.** Estudiante del Programa de Maestría en Ciencias de la Salud, Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
0717138f@umich.mx



García-Solorio J. y Cortés-Penagos C. (2022). Valor pronóstico de las mutaciones en DNMT3A, TET2, IDH e IDH2 en la leucemia mieloide aguda. *Revista de Hematología*, 23(1), 48-57. <https://revistadehematologia.org.mx/ingresar-app/download-id/3431/>

Cavalcanti-Júnior G.B., Klumb C.E. y Maia R.C. (2002). *p53* e as hemopatías malignas. *Revista Brasileira de Cancerología*, 48(3), 419-27. <https://rbc.inca.gov.br/index.php/revista/article/view/2218/1379>

National Cancer Institute. *Diccionario de cáncer del NCI*. www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer

Zawacka J.E. (2024). *p53* biology and reactivation for improved therapy in MDS and AML. *Biomarker Research*, 12, 34. <https://doi.org/10.1186/s40364-024-00579-9>

ENTÉRATE

¡Los docentes universitarios no saben de pedagogía!

*Patricia Serna-González



Image by standret on Freepik

Repensar las **ciencias agógicas** es la intención de este escrito, el cual se deriva de una vivencia ocurrida una tarde entre reflexiones de divulgación científica. Inicio diciéndoles que Martina, profesora e investigadora de Educación Superior, señalaba al auditorio que ella en alguno de sus talleres enseñaba los dos tipos de peces que existen, los que cuentan con una estructura de cartilago y los que la tienen compuesta de hueso. Pero también en sus intervenciones indicaba que «Los profesores universitarios no sabemos de pedagogía» y que, para el buen diseño de talleres y para una óptima enseñanza, los divulgadores requerimos y acudimos al apoyo de nuestros amigos pedagogos para hacerlos más creativos.

Mientras transcurría la tarde con ejemplo de dos talleres totalmente diferentes (uno interactivo y uno tradicional), cautivando a su auditorio que cursaba el diplomado de divulgación de la ciencia en su emisión 2024, yo ratificaba esa frase reiterada en innumerables ocasiones por Martina: «¡Los universitarios no saben de pedagogía!» Internamente me dije: «Sí, Martina tiene razón. Los profesores universitarios no saben de pedagogía, al menos la mayoría».

Una de las razones tiene que ver con los mecanismos de contratación, donde los requisitos se orientan más a la formación profesional de los diversos campos de conocimiento que existen en el mundo, así como de las carreras que ofertan las

instituciones y no con la formación docente. Es suficiente con que dominen el contenido de su área y campo de conocimiento para que se conviertan en profesores universitarios. No obstante, en algún momento de su vida profesional descubren que tener elementos para enseñar, entender cómo se aprende, quién es quien aprende, dónde, cuándo, con qué, para qué, por qué, entre muchos otros indexicales, también es importante. Entonces, reconocen que se requieren las bases de las ciencias agógicas y se forman en ellas, las cuales conforman la **antropogogía**.

En 1977, el Dr. Félix Adam, en su libro *Andragogía. Ciencia de la educación de adultos: Fundamentos teóricos*, enunció el término antropogogía, mismo que definió como «la ciencia y arte de instruir y educar permanentemente al hombre en cualquier periodo de su desarrollo psicobiológico en función de su vida cultural, ergológica y social» (Adam, 1977, p. 42).

Muchos años después, la misma idea surgió, pero ahora con el título de ciencias agógicas, que coincidentemente tienen la misma concepción aplicada. En dichas ciencias encontramos la **paidología**, la **pedagogía**, la **hebegogía**, la **andragogía**, la **gerontogogía** y la **heutagogía**. A continuación,

describo cada una de manera general por etapa de vida:

- **Paidología:** Se enfoca en el desarrollo intelectual y físico de los recién nacidos y hasta los tres años de edad. El término lo acuñó el estadounidense Óscar Chrisman en 1896, aunque en su origen lo enfocó al estudio de niños y adolescentes. Rousseau y Lev Vigotsky contribuyeron al desarrollo de las ciencias agógicas.
- **Pedagogía:** Estudia la enseñanza y el aprendizaje en niños de 3 a 12 años, en preescolar y primaria. Fue creada por Juan Amós Comenio, considerado el padre de la pedagogía. Es interdisciplinaria y, en el siglo XVII, se enfocaba en la investigación y en las teorías educativas de todas las etapas de la vida.
- **Hebegogía:** Introducida por Faustino Rodríguez Bauza en 2007, se enfoca en el estudio de la educación en la adolescencia y la transición a la adultez; existe poca literatura al respecto.
- **Andragogía:** Aportada por Malcolm Knowles en 1972, es una teoría de la educación de los adultos. Especialmente, Knowles analizó la



Imagen generada por Canva. Contenido mágico.

autorrealización, formas de aprender, tareas, problemas, motivadores externos e internos, autoconcepto, acumulación de experiencias y disposición al aprendizaje para tareas sociales y aprendizaje centrado en problemas.

Para los adultos mayores contamos con dos ciencias, a saber, la gerontogogía y la heutagogía. Pero, ¿cuál es la diferencia si las utilizamos para la educación en una misma etapa de la vida?

- **La gerontogogía** es una disciplina científica que estudia el envejecimiento, la vejez y al adulto mayor bajo la perspectiva biológica, psicológica y social. Entre sus objetivos más importantes destacan: a) la promoción y el fomento de un estilo saludable de vida para un envejecimiento activo; b) prevención de daños a la salud; c) estudio de procesos intergeneracionales y familia; d) implementación de estrategias de intervención, e) garantizar la calidad y la accesibilidad a los servicios de salud gerontológicos;

f) implementación de estrategias de cambio en seguridad social y políticas públicas.

- **La heutagogía**, acuñada por Stewart Hase y Chris Kenyon en el 2000, es una teoría del aprendizaje que se centra en la autonomía del estudiante adulto en su proceso de aprendizaje. Esta teoría se basa en el concepto de aprendizaje autodeterminado, donde el estudiante toma el control y las decisiones sobre su propio proceso de aprendizaje, incluyendo el contenido, las metodologías, los recursos y los tiempos, lo cual potencia su aprendizaje según sus necesidades, desafíos y curiosidad.

Por medio de las transformaciones en las telecomunicaciones e Internet, los adultos pueden personalizar su aprendizaje de manera más independiente. La heutagogía se considera un nivel avanzado o una evolución de la pedagogía y la andragogía, siendo estas tres etapas complementa-

Síntesis de las ciencias agógicas

CIENCIAS AGÓGICAS O ANTROPOGOGÍA (Dr. Félix Adam 1977)				
Paidología (Óscar Chrisman, 1896)	Pedagogía (Juan Amós Comenio, 1632)	Hebegogía (Faustino Rodríguez Bauza, 2007)	Andragogía (Malcom Knowles, 1972)	Gerontogogía (Cowdry, 1939) Heutagogía (Stewats Hase y Crhris Kenyon, 2000)
Niños 0-3 años Educación inicial	Niños de preescolar y primaria 3-12 años	Adolescentes Educación Secundaria y Bachillerato	Personas Adultas Licenciatura Maestría Doctorado Postdoctorado	Adultos mayores
				
Paragogía (H. Reinghold) Entre pares o iguales, independientemente de la edad				
Ergogología (Lippmann, Giese y H.H. Hilf, 1963 y O. G. Edhol, 1966) Estudio del trabajo, independientemente de la edad				

Fuente: Serna, 2024. Imágenes utilizadas con fines educativos.

rias para el desarrollo de la persona en un proceso de aprendizaje activo.

En resumen, la heutagogía destaca la importancia de la autonomía del estudiante adulto en su proceso de aprendizaje, permitiéndole tomar el control de las decisiones sobre cómo y qué aprender.

Además, se han incorporado a las ciencias agógicas, dos ciencias que estudian la educación entre pares y la educación para el trabajo: la paragogía y la ergología. Esta última ha logrado crear un campo propio de estudio.

- **Paragogía.** Término introducido por H. Reinhold, el cual se enfoca en el aprendizaje cooperativo entre pares o co-aprendices, independientemente de cómo se aprende o se enseña en cada edad. Este enfoque se caracteriza por el estudio crítico y la práctica de aprendizaje entre iguales, donde los participantes colaboran activamente en la cocreación de sus entornos de aprendizaje.

Este concepto, emergente en el ámbito educativo global, destaca la importancia de la colaboración entre pares como un elemento fundamental para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se basa en la idea de que el aprendizaje con frecuencia está en el centro de los procesos de producción entre pares, lo que implica una dinámica activa y participativa en la construcción del conocimiento. Independientemente, si estos pares no tienen la misma edad, son pares en área de conocimiento, en campo de acción, entre otros.

- **Ergología** (Lippmann Giese y H.H. Hilf, 1963 y O.G. Edhol, 1966). En muchas etapas de la vida los seres humanos trabajamos. Cómo aprendemos a trabajar o cómo se enseña a trabajar, es un área de la que se encarga la ergología, y lo hace desde diversas perspectivas, incluyendo aspectos biológicos, mecánicos, organizativos y valorativos. Abarca el estudio general del trabajo y su entorno laboral, considerando aspectos como las condiciones laborales, las técnicas de trabajo, la organización del trabajo y su valoración. Se divide en dos direcciones, la primera, representada por Lippmann Giese y H.H. Hilf, que amplía el ámbito de esta ciencia al incluir aspectos como las relaciones laborales, el desarrollo laboral, el rendimiento y la valoración en el contexto del trabajo.

Entonces, ¿los profesores universitarios sabemos de pedagogía?

Los profesores universitarios no tienen que saber de pedagogía, pero sí requieren conocer de hebegogía y de andragogía, lo que facilitaría su labor docente. Así que le damos la razón completa a Martina, a quien le recordamos que el ser docente es complejo, puesto que además de trabajar enseñando a estudiantes (planear, enseñar, evaluar, etc.), tiene que llevar a cabo investigación, tutoría, extensión y difusión universitaria, divulgación, trabajo social, entre muchas otras funciones que caracterizan al profesor universitario del siglo XXI.

**Patricia Serna-González.* Profesora e investigadora de la Facultad de Psicología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
patricia.serna@umich.mx



Adam F. (1977). *Andragogía. Ciencia de la educación de adultos: Fundamentos teóricos*. Caracas, Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez, Publicaciones de la Presidencia.

ENTREVISTA

Dra. Sandra Elizabeth Sharry

Por:Rafael Salgado Garciglia



Nació en La Plata, Provincia de Buenos Aires, en Argentina. Es licenciada en biología, con orientación botánica, por la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata (1988); en 2004 se especializó en dasonomía como Docente Universitario Especializado, otorgado por la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata, y en 2009 obtuvo el Doctorado Ciencias Naturales en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata.

Actualmente, es Docente Investigador Categoría I, a la vez que ha realizado diversas estancias en instituciones académico-científicas en el mundo, como en el Instituto de Biología Molecular (IBT), en Cuernavaca, México; en el Departamento de Ingeniería Genética de Plantas del Centro

de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV), Guanajuato, México; en el Departamento de Biología Molecular de Insectos de la Universidad de Arizona; en el Centro de Biotecnología de Plantas, en Melbourne, Victoria, Australia, entre otras.

Por sus investigaciones y trabajo docente ha recibido premios como el «Premio REDBIO Argentina 2013», a la trayectoria científica y la labor desarrollada en Biotecnología en Argentina; el «ABC de la Biotecnología de Plantas-Declaración de Interés Educativo», por el Ministerio de Educación y Cultura de la Nación (Argentina), así como diferentes premios en los concursos del «Día Internacional de la Propiedad Intelectual». En 2019 recibió el Premio a la Labor científica de la UNLP como investigadora formada.

Asimismo, tiene como patentes el «Desarrollo de sorgo transgénico tolerante a aluminio y

suelos ácidos» de Asgrow-CINVESTAV (Patente a nombre de la empresa). Investigador participante en el desarrollo; participación en el desarrollo del producto Biodermis, Sidus-Biosidus-Tecnoplant, y tiene el registro de propiedad intelectual de «El ABC de la Biotecnología de Plantas. Libro y CD Rom Interactivo» (ISBN. N 987-20955-0-7).

Sus principales líneas de investigación son la propagación vegetativa de especies forestales, frutales, aromáticas y medicinales; aplicación de la biotecnología vegetal para producir masivamente plantas nativas y naturalizadas con el objeto de restaurar ecosistemas degradados; actividad biológica y biotecnología de proteínas agroalimentarias de cultivos no convencionales para la obtención de alimentos funcionales. Estas investigaciones las ha desarrollado con proyectos financiados por FONTAGRO, COFECYT, Ministerio de Educación de la Nación, Agencia-MINCYT, Universidad del Museo Social Argentino, CICPBA, ONU_FAO, ASGROW-CINVESTAV, entre otras instituciones. Con esto, ha conseguido la producción de recursos humanos, publicación de libros, capítulos de libros, artículos científicos y de divulgación, así como la presentación en congresos nacionales e internacionales. Es miembro de varias

organizaciones científicas internacionales, como la RED BIO.

¿Cómo nació la inquietud de ser bióloga y de llegar a ser Doctora en Ciencias, especialmente en el área forestal?

Desde pequeña, siempre me fascinó la naturaleza y las plantas, sobre todo los bosques. Todos sentimos algo muy especial cuando caminamos por un bosque. Los árboles son individuos muy especiales. Mi interés por la biología nació de esa curiosidad por entender cómo funcionan y sus interacciones con el ambiente. A medida que fui avanzando en mi carrera universitaria, me di cuenta de la importancia crítica que tienen los ecosistemas forestales, tanto en términos ecológicos como económicos. Esta motivación me llevó a especializarme en áreas como la dasonomía y la biotecnología vegetal, disciplinas que me permitieron profundizar en cómo mejorar la gestión y la restauración de nuestros bosques. El doctorado fue una extensión natural de esa pasión, permitiéndome investigar más profundamente y contribuir a la ciencia en el campo de los recursos naturales y la biotecnología.





Dra. Sharry, quienes la conocemos sabemos que, en sus investigaciones, la biotecnología vegetal es primordial. ¿Cuál es su opinión con respecto a los avances de la biotecnología vegetal actual, especialmente en cuanto al mejoramiento genético?

La biotecnología vegetal ha avanzado significativamente en las últimas décadas, brindando herramientas poderosas para el mejoramiento genético de plantas. Las técnicas de modificación genética, incluida la edición, han permitido la creación de cultivos más resistentes a enfermedades, sequías y condiciones extremas, lo cual es esencial frente al cambio climático. Sin embargo, a pesar de estos avances, considero que aún estamos en los primeros pasos de un potencial mucho mayor, especialmente en el campo de la biotecnología para la restauración ecológica y la producción sostenible de alimentos. Hay que ser éticos en el uso de estas tecnologías, garantizando que su implementación sea segura y, fundamentalmente, accesible para todos, en especial para América Latina.

¿Podría hablarnos de sus primeras investigaciones, así como de las más recientes?

Mis primeras investigaciones estuvieron centradas en la biotecnología aplicada a la propagación vegetativa de especies forestales. En ese momento, me interesaba encontrar métodos eficaces para multiplicar especies nativas y restaurar ecosistemas degradados. Con el tiempo, mis investigaciones se diversificaron, abarcando también la mejora genética de cultivos no convencionales, como el sorgo. Mi trabajo más reciente está enfocado en la bioprospección de la biodiversidad nativa y en la biotecnología para la conservación de especies vegetales. Estos trabajos buscan encontrar nuevos alimentos y bioproductos como la sostenibilidad ambiental. Últimamente, estoy enfocada en aplicaciones de la biotecnología para una bioeconomía regenerativa, inclusiva y sostenible.

De estas, ¿cuál considera que es la de mayor impacto científico y tecnológico?

Considero que mi participación en la obtención del sorgo transgénico tolerante a aluminio y a suelos ácidos ha tenido un impacto significativo, ya que aborda un problema agrícola y ambiental crítico en muchas regiones del mundo. Este proyecto, que fue desarrollado en CINVESTAV Unidad Irapuato, en el grupo del Dr. Luis Herrera Estrella, ha contribuido a la creación de cultivos que pueden prosperar en suelos pobres, lo que abre nuevas posibilidades para la producción de alimentos en áreas con condiciones desfavorables. Además, ha sido pionero en el campo de la biotecnología aplicada a la agricultura en ambientes difíciles, lo que ofrece un gran potencial para resolver problemas de seguridad alimentaria global.

Por otro lado, el entrenamiento en México ha permitido que nuestro grupo en Argentina, junto con el grupo en Alemania, desarrollen un álamo modificado (Efficient evaluation of a gene containment system for poplar through early flowering induction, 2020) en el que participaron Valentina Briones (UNLP, Argentina) entrenada en CINVESTAV y Matthias Fladung (Thünen Institute, Alemania), entre otros. En este estudio se desarrolló un sistema para inducir floración temprana en álamos transgénicos, con el objetivo de probar estrategias de contención genética que impidan la diseminación inadvertida de transgenes en el ambiente. Quiero destacar los resultados del Proyecto USUBI, el cual coordina, que es un caso exitoso de bioeconomía del bosque nativo.

¿Puedes hablarnos de la obtención del

sorgo transgénico?

La obtención del sorgo transgénico tolerante a aluminio y suelos ácidos fue un proyecto innovador que nació de la necesidad de mejorar la productividad agrícola en suelos que presentan alta acidez y concentraciones tóxicas de aluminio, condiciones comunes en muchas regiones del mundo. Fue una idea de Luis Herrera Estrella. Utilizamos técnicas de modificación genética para incorporar características de resistencia a estas condiciones. Este trabajo fue pionero para demostrar que es posible mejorar la productividad de cultivos en ambientes no ideales, contribuyendo a la seguridad alimentaria en áreas marginales.

¿Qué consejo darías a los futuros científicos, a los recién posgraduados, acerca de cómo tener éxito en las propuestas de proyectos de investigación?

Mi consejo es que los futuros científicos se enfoquen en la formación continua y en la construcción de redes de colaboración desde el inicio de



su carrera. Las propuestas de investigación deben estar alineadas con los problemas reales que enfrenta la sociedad, ya que la ciencia debe ser útil para resolver desafíos concretos. Además, es importante aprender a comunicar nuestras ideas de manera clara y persuasiva porque muchas veces las propuestas científicas deben competir por recursos limitados. La perseverancia y el trabajo en equipo son esenciales, debido a que la investigación rara vez sigue un camino lineal. Y que sigan el camino de su corazón.

¿Qué es la RED BIO y qué tan importante ha sido para ti como profesora e investigadora?

La RED BIO es una red de profesionales y académicos que trabaja en el área de la biotecnología en América Latina. Para mí, ha sido una plataforma invaluable de intercambio de conocimientos, experiencias y colaboración en proyectos científicos. Como profesora e investigadora, la RED BIO me ha permitido acceder a recursos, mejorar mis investigaciones y formar parte de una comunidad de científicos comprometidos con el

desarrollo sostenible y con la aplicación de la biotecnología en beneficio de la sociedad. Esta red me ha brindado la oportunidad de compartir mis trabajos y aprender de los avances de colegas de toda la región.

Saber Más es una revista de divulgación científica en línea, ¿qué opinas de esta herramienta para la divulgación de la ciencia?

Las revistas de divulgación científica, como *Saber Más*, son fundamentales para democratizar el conocimiento y acercar la ciencia al público general. En un mundo donde la información fluye rápidamente, plataformas como esta juegan un papel crucial en la educación y en la construcción de una sociedad más informada. La divulgación científica no solo promueve el interés por la ciencia, sino que también permite que las investigaciones lleguen a quienes pueden utilizarlas para generar cambios en la política, en la economía y en la vida cotidiana. Creo que este tipo de iniciativas son esenciales para fortalecer la conexión entre la ciencia y la sociedad.



ARTÍCULO

¡Al rescate de la biodiversidad!
¿Misión imposible?

Martín Martínez-Torres y Yabín Josué Castro-Camacho

<https://pixabay.com/es/photos/lago-bosque-%C3%A1rboles-atardecer-5491502/>

Martín Martínez-Torres. Profesor Titular, Laboratorio de Investigación de Saurios en Asistencia Reproductiva y Desarrollo (LISARD), Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Estado de México, México.

martor@unam.mx

Yabín Josué Castro-Camacho. Estudiante de maestría en el Posgrado de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Estado de México, México.

yabin.castro@iztacala.unam.mx

Resumen

La extinción de especies es un proceso natural que se ha presentado de manera constante en la historia de la vida del planeta; es parte del proceso evolutivo que permite el recambio gradual de la biodiversidad manteniendo el equilibrio ecológico. Sin embargo, cuando la extinción de especies es masiva y global, lo que se entiende como la desaparición de al menos el 75 % de las especies que habitan en el planeta, es un proceso que pone en riesgo el equilibrio de los ecosistemas. Muchos científicos aseguran que estamos viviendo la sexta extinción masiva y que los humanos somos los responsables, ya que hemos alterado todos los ecosistemas, reduciendo y alterando constantemente el hábitat de la fauna silvestre.

Palabras clave: Biodiversidad, ecosistemas, extinción, fauna.

RECIBIDO: 26/02/2024; ACEPTADO: 08/07/2024;

PUBLICADO: 22/09/2025

Extinción

Se calcula que actualmente **existen alrededor de 8.7 millones de especies de eucariontes** (seres constituidos por células que presentan núcleo), de las cuales 6.5 millones se distribuyen en la superficie terrestre y 2.2 millones en los océanos. Sin embargo, el 86 % de las especies terrestres y el 91 % de las especies marinas, están aún sin descubrir, describir y catalogar. Solo se han descrito alrededor 960 000 y **se estima que se están perdiendo entre 11 000 y 50 000 especies cada año** antes de que ni siquiera fueran identificadas. En 2014, el Dr. Rodolfo Dirzo y sus colaboradores aplicaron el término «**defaunación**» para describir la **gravedad del problema de la pérdida de especies**, así como de la reducción de individuos en las poblaciones y sus consecuencias en la conservación de la diversidad. De acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés), hasta ahora, se han evaluado alrededor de 150 300 especies. De estas, más de 42 100 especies animales están en categoría de riesgo, de las cuales 26 % son mamíferos, 13 % son aves, 21 % son rep-

tiles, 41 % son anfibios, 28 % son peces y 37 % son rayas y tiburones. **Se tiene documentado que la población mundial de vertebrados ha disminuido un 60 % desde 1970 a la fecha**, lo que a mediano plazo las colocará en una situación de riesgo.

Esta situación es alarmante, pues es un **claro indicador de una extinción masiva inminente**. En 2019, la Plataforma Intergubernamental de Ciencia y Política sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas, estimó que tres cuartas partes del medio terrestre y dos tercios del ambiente marino estaban significativamente alterados por el humano. Esto plantea **otra dificultad a superar para la conservación: la restauración ambiental**.

Un aspecto que hay que destacar es que **la crisis de extinción que estamos viviendo es cuantitativa y cualitativamente diferente de las extinciones «naturales» pasadas** en términos de patrones, factores y tiempos. La actual se caracteriza por la extinción sin reemplazo, con un marco de tiempo operativo ecológico rápido, en lugar de un tiempo evolutivo a más largo plazo. Esto se debe a que mientras las extinciones masivas previas ocu-



https://www.freepik.com/free-vector/flat-earth-day-background_23671399.htm



https://www.freepik.com/free-photo/high-angle-fertility-concept-with-pink-backgroun_21252202.htm#fromView=search&page=1&position=50&uuid=30a16622-0a32-40c6-9aaa-bdcc98e6f73e

paron cientos de miles a millones de años, **la crisis actual tiene una tasa de extinción de 100 a 1 000 más rápida** (dependiendo del grupo de vertebrados) que la natural. Esto sugiere que tardará algunos cientos de años en consumarse.

Las tasas tan elevadas de extinción son el producto del cambio lesivo causado a todos los ecosistemas ocasionados por la actividad humana. **Esta velocidad en la disminución de la biodiversidad amenaza también nuestra propia supervivencia.**

Conservación

Ha sido tan impactante el efecto sobre la biodiversidad que se han prendido los focos rojos para tratar de detener el deterioro ambiental, la reducción de las poblaciones y la extinción de especies. Sin duda, **la mejor estrategia para la conservación de la biodiversidad es la preservación del medio natural donde habita la flora y la fauna.** Por esta razón, se han destinado para este fin amplias extensiones (tanto terrestres como acuáticas) en el mundo, conocidas como **Áreas Naturales Protegidas (ANP).**

Las ANP son espacios de extensión variable para preservar espacios que permiten el mante-

nimiento de las características de los ecosistemas con la flora y fauna que ahí se albergan. **En México existen 203 ANP,** las cuales comprenden alrededor de 110 millones de hectáreas. Es necesario hacer notar que **en muchas ocasiones la preservación del medio natural no es una estrategia posible,** al menos al nivel de lo que sería el adecuado, ya que hay una serie de situaciones que lo impiden, por ejemplo, una limitante importante es el **constante crecimiento de las poblaciones humanas** (urbanas o rurales) o el **deterioro de los ecosistemas.** A pesar de los esfuerzos ya realizados, la pérdida de la biodiversidad continúa, por lo que se están desarrollando otras estrategias que ayuden a la conservación de los vertebrados.

Reproducción en cautiverio. La reproducción en cautiverio (que a veces se convierte en la única disponible), es una estrategia que **puede ser muy importante para la conservación de especies en peligro de extinción.** Los zoológicos y las unidades de manejo ambiental (UMA) fueron creados con el propósito de contribuir a la conservación de especies porque cuentan con proyectos de reproducción de la fauna silvestre que ahí albergan. Sin embar-

go, tienen serias limitaciones para lograr este cometido, pues los programas de reproducción no tienen las condiciones adecuadas para mantener la diversidad genética. Esto se debe a que cuentan con escasos ejemplares que les imposibilita cumplir con este requisito indispensable. No olvidemos **que el objetivo más importante de la conservación es mantener poblaciones lo suficientemente grandes y con suficiente diversidad genética para ser sostenibles a largo plazo para permitir la selección natural y con ello la evolución.** Otra limitante que se presenta en diversos zoológicos es que, de las especies que albergan, pocas están en alguna categoría de riesgo.

Reproducción asistida. Diversos investigadores consideran que la Reproducción Asistida (RA) (conjunto de métodos que reemplazan y facilitan el proceso reproductivo) **constituye la mejor estrategia para la conservación de especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo.** Se ha desarrollado una amplia variedad de métodos de RA, inicialmente para facilitar la reproducción en humanos. A mediados del siglo pasado, la RA empezó a utilizarse en especies domesticadas (perros, caballos, cerdos, etc.) y, más recientemente, también ha sido aplicada a la fauna silvestre. Estos métodos van desde la inducción del estro (periodo de ovulación y receptividad para el apareamiento), hasta aquellos que permiten la obtención de ovocitos y espermatozoides para la inseminación artificial, la fertilización *in vitro*, o la inyección intraci-

toplasmática de espermatozoides.

Con el **advenimiento de la fertilización *in vitro*** y la transferencia de embriones en la década de 1970, **se generaron grandes expectativas sobre el valor potencial de la conservación de especies en peligro de extinción.** Sin embargo, hasta el momento, la mayoría de las técnicas de RA, que son rutinarias en especies domesticadas, no se adaptan fácilmente para su aplicación a la fauna silvestre, sobre todo en especies de vertebrados no mamíferos. **La inseminación artificial es el método que más se ha utilizado en la reproducción de fauna silvestre,** siendo los mamíferos los más favorecidos, aunque todavía son pocas las especies en que se ha logrado de manera exitosa. Los peces, anfibios y reptiles, así como las aves, han quedado rezagados y son contadas las especies en las que se ha aplicado.

Por otro lado, para el desarrollo de cualquier método de RA se requieren de espermatozoides, ovocitos o embriones. No obstante, hasta ahora, **no se cuenta con la metodología adecuada para lograr la obtención de gametos o embriones en la mayoría de las especies amenazadas.** Esto se debe, entre otras cosas, a los escasos conocimientos sobre la biología reproductiva y al desarrollo incipiente de la biotecnología reproductiva en la mayoría de las especies en riesgo.

¿De cuántas especies de fauna silvestre conocemos la biología reproductiva que permita la aplicación de alguna de las metodologías de RA?

Cuadro 1.- Número actual de especies de vertebrados en el mundo

Clase de vertebrado	Número de especies	Fuente
Peces	35,400	Fish Base
Anfibios	8,722	American Museum of Natural History
Reptiles	12,060	The Reptile Database
Aves	11,017	Birds of the Word
Mamíferos	6,718	ASM Mammalian Diversity Database

https://www.freepik.com/free-vector/flat-illustration-earth-day-celebration_150518681.htm

Tal vez haya información detallada de alrededor de 50 especies de mamíferos, aunque la mayor parte de ellas son de laboratorio, de granja, o de compañía, y solo de unas cuantas especies silvestres, lo que representa menos del 1 % de las especies de mamíferos conocidas. Del resto de los vertebrados no existen cifras y las especies descritas son mucho mayores a las de los mamíferos (Cuadro 1).

Por esta situación se ha planteado que la mejor opción, por ahora, dado la falta de conocimiento sobre la biología reproductiva básica de las especies amenazadas, es proceder a la **criopreservación**, método que se refiere al **proceso de enfriar células y tejidos y mantenerlos a temperaturas bajo cero para detener toda actividad biológica** y preservar su viabilidad y competencia fisiológica **para uso futuro**. Esto permitirá almacenar a los gametos o embriones hasta que se tengan los conocimientos necesarios que permitan la aplicación de algún método de RA.

¿Es posible rescatar la biodiversidad?

Para poder desarrollar estrategias eficientes y lograr con ello la conservación de las especies amenazadas es **indispensable realizar**, a la brevedad posible, **estudios profundos sobre su fisiología reproductiva y trabajar en el desarrollo de métodos de RA ad hoc para cada especie** que se encuentre en alguna categoría de riesgo.

Como podemos darnos cuenta, **estamos en un momento crítico para revertir la pérdida de la biodiversidad**. Un aspecto que vuelve más difícil la situación es que la cantidad de investigadores dedicados a esta área no es suficiente como para pensar que podamos encontrar las soluciones, antes de que sea demasiado tarde, para las especies que ahora están a punto de desaparecer. Para otras, es posible que el tiempo alcance para diseñar las estrategias adecuadas para conservarlas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue apoyado por el programa PAPIIT, proyecto IN-217722 y al Dr. Martín Martínez Torres.



Badii M.H., Guillen A., Rodríguez C.E., Lugo O., Aguilar J. y Acuña M. (2015). Pérdida de Biodiversidad: Causas y Efectos. *Daena. International Journal of Good Conscience*, 10(2), 156-174. [http://www.spentamexico.org/v10-n2/A10.10\(2\)156-174.pdf](http://www.spentamexico.org/v10-n2/A10.10(2)156-174.pdf)

González H.M., Scotto C., Dávalos R., González H. y Scotto C. (2019). Biotecnología Reproductiva en Animales Silvestres. *Spermova*, 9(2), 69-82. https://www.researchgate.net/publication/339298783_BIO-

TECNOLOGIA_REPRODUCTIVA_EN_ANIMALES_SILVESTRES_Reproductive_Biotechnology_in_Wild_Animals

Herrick J.R. (2019). Assisted reproductive technologies for endangered species conservation: developing sophisticated protocols with limited access to animals with unique reproductive mechanisms. *Biology of Reproduction*, 100(5), 1158-1170. <https://academic.oup.com/biolreprod/article/100/5/1158/5320888>

ARTÍCULO

Holobiontes: Los microorganismos no siempre son los villanos

Kenneth Cain Aguilar-Arciga y Karla Gabriela Domínguez-González



https://www.freepik.com/free-photo/close-up-scientist-with-plant_13402882.htm#query=microorganismos%20suelo&position=35&from_view=search&track=ais&uid=e2054288-b7bb-4bfb-8572-56b297d13c61

Kenneth Cain Aguilar-Arciga. Estudiante de Licenciatura en Químico-Farmacobiología, Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
1800321f@umich.mx

Karla Gabriela Domínguez-González. Profesora de la Facultad de Químico-Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
qfb.karla@gmail.com

Resumen

Los holobiontes son el resultado de todos los años de evolución planetaria y se entienden como asociaciones entre macroorganismos y microorganismos en un espacio determinado, en el cual ambas partes obtienen un bien en particular. El estudio de los holobiontes evidencia la importancia de los procesos de adaptación a las condiciones hostiles del ambiente y la relación de estas agrupaciones en las condiciones generales de los microambientes en los que se encuentran. El estudio en profundidad de estas congregaciones podría proveer un entendimiento mejor del medioambiente que nos rodea, incluso proveer soluciones a las catástrofes ambientales a las cuales nos vemos sometidos día a día, pudiéndose usar este conocimiento en temas de agricultura sustentable, biorremediación, entre otros.

Palabras clave: Holobionte, relación macroorganismo-microorganismo, ambiente, biorremediación.

RECIBIDO: 27/01/2024; ACEPTADO: 21/07/2024; PUBLICADO: 22/09/2025

En nuestro planeta habita una **gran variedad de organismos**, los cuales son **muy diferentes entre sí**. Estas diferencias hacen que estos seres vivos tengan **distintas habilidades que los ayudan a sobrevivir** en el ambiente en el que se encuentran. En muchas ocasiones, los seres vivos están agrupados en un espacio en específico, trabajando juntos para hacer de ese espacio un lugar más cómodo para todos los organismos que se encuentran ahí, manteniendo un equilibrio ecológico. ¿Me creerías si te digo que **no todos los microorganismos son malos** y que algunos ayudan a que otros seres vivos puedan existir? A continuación, te explico un poco más de esto.

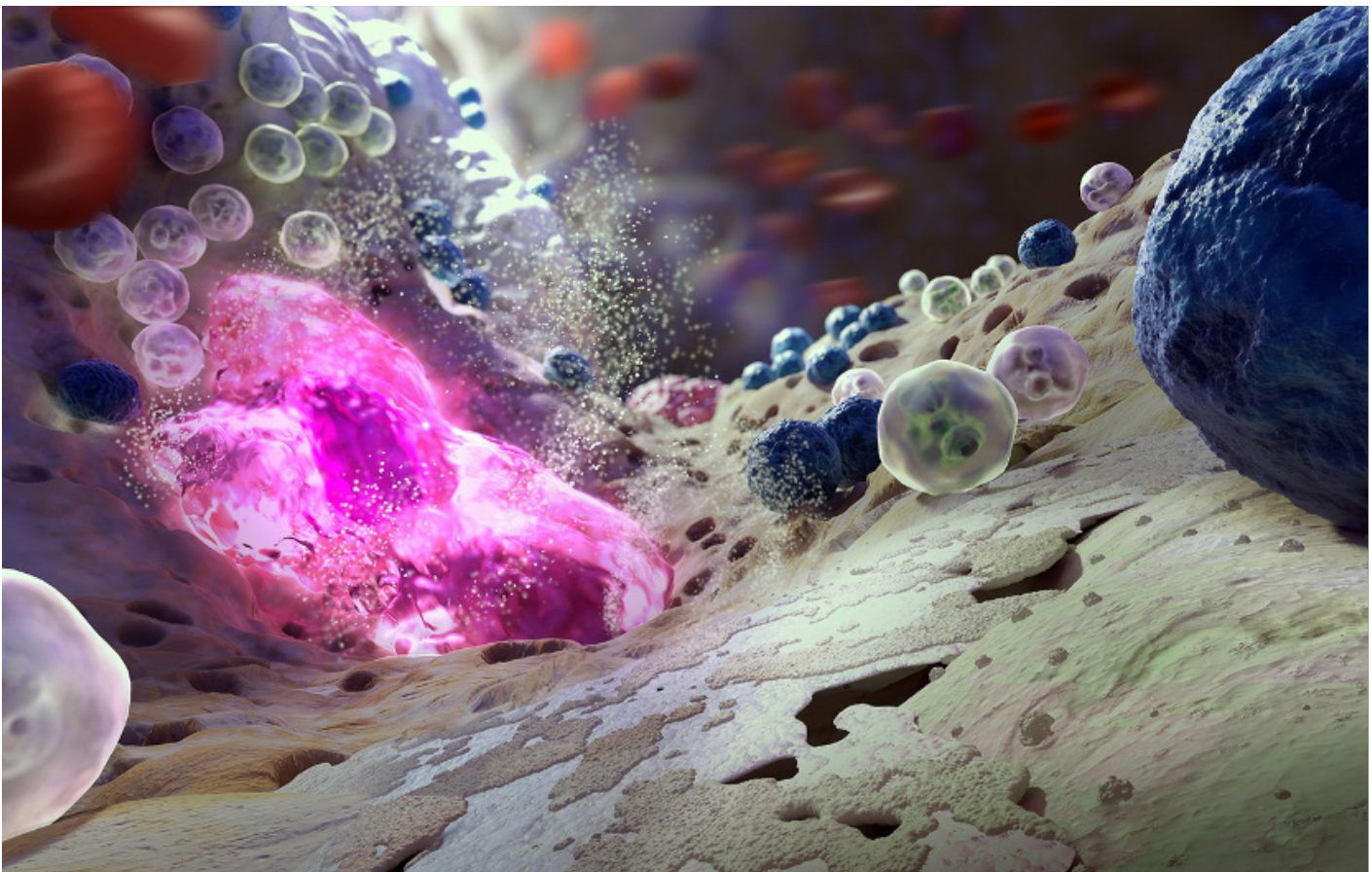
Macroorganismos vs. microorganismos

De forma general, los organismos vivos se dividen en macroorganismos y microorganismos. Los **macroorganismos** son aquellos seres que **podemos ver a simple vista**, como los animales y las plantas; son los seres que más se conocen y que se diferencian más fácilmente. Por otro lado, los mi-

croorganismos son aquellos que no podemos ver a simple vista, pero que siempre están en contacto con nosotros, son menos conocidos y para su estudio es necesario el uso de herramientas y aparatos más específicos, como es el microscopio.

¿Los microorganismos siempre son malos?

¡No! Muchas veces asociamos, de forma errónea, a los microorganismos con enfermedades. Si bien hay algunos microorganismos que pueden provocar enfermedades en los seres vivos (estos microorganismos se conocen con el nombre de nocivos o patógenos), **en muchas ocasiones estos ayudan en diversos procesos**, puesto que algunos pueden facilitar la **absorción de nutrientes**, otros pueden **competir con organismos que sí pueden causar algún daño**, e inclusive diversos estudios han demostrado que puede existir **intercambio de información genética** entre estos consorcios para mejorar las características de este microambiente que, a corto, mediano y largo plazo, es beneficioso para el medio en el que se encuentren.



Ejemplos de microorganismos. <https://www.goodfon.com/wallpaper/viruses-bacteria-bones-marrow-biology-science-colors-microsc.html>



Diversos ecosistemas. <https://wall.alphacoders.com/big.php?i=409996&lang=Spanish>

Estas **asociaciones** pueden encontrarse de **diversas formas**, ya que los organismos que participan en esta simbiosis son muy variados, desde especies como animales, plantas, arqueas, bacterias, hongos, etc. Es por eso que las posibilidades de encontrar distintos tipos de seres vivos en algún lugar es muy alta, lo único que deben cumplir estas asociaciones es **soportar condiciones ambientales similares** (por ejemplo, humedad del ambiente, salinidad del agua, temperaturas, requerimientos nutricionales, cantidad de agua disponible, presencia de otros organismos, etc.), además de **no competir entre ellos por los recursos disponibles y no inducir a la eliminación del otro**, ya sea por enfermedades, agotamiento de recursos, entre otros.

Holobiontes: Microorganismos que ayudan a otros organismos vivos

La **asociación entre organismos complejos** como plantas y animales, así como de organismos más simples (microorganismos), **ha sido respuesta a varios años de evolución y adaptación de los organismos vivos a las condiciones ambientales**. Existen diversos estudios que avalan que los pequeños cambios en las condiciones atmosféricas

cas-ambientales hacen que los microorganismos se estresen, lo cual obliga a los microorganismos a adaptarse (ya sea mediante la excreción de metabolitos de competencia, el uso de otros recursos que anteriormente no utilizaban para obtener energía, o el intercambio de genes con otros microorganismos) a las condiciones hostiles, modificando a su vez el ambiente y repitiendo el ciclo hasta un nivel de adaptación donde macroorganismos y microorganismos subsisten en un mismo espacio sin ningún problema.

De esta manera, el crecimiento y la proliferación de ciertas especies hace que se facilite el desarrollo y la expansión de otras por medio de la denominada **«complementación metabólica»**. Esto hace **referencia a los productos metabólicos** (utilizables o de desecho) **de una especie que son aprovechados por otra especie**, sirviendo como iniciador o mediador de alguna otra ruta metabólica (generalmente los productos metabólicos de los microorganismos ayudan a los macroorganismos, aunque puede suceder también de forma inversa), **provocando una correlación entre especies** tan estrecha que, en ocasiones, si uno de los organismos vivos llega a fallar en términos de cooperati-



Biorremediación. <https://trimediaee.com/blog/environmental/tips-for-a-successful-phase-ii-environmental-site-assessment/>

dad, el equilibrio en las microunidades ecológicas provoca desastres ambientales e inclusive la pérdida o muerte de otro ser vivo que depende de él.

Con base en todo esto, se demuestra que se debe respetar y salvaguardar la vida de todos los seres vivos, independientemente de qué organismo se trate y no olvidar **que cualquier cambio que hagamos en una unidad ecológica** (introducción de especies, uso de químicos, quema de suelos, contaminación de recursos naturales, actividades industriales, entre otros) **puede cambiar de forma irreversible los microambientes.**

Ahora sí, algunos ejemplos y aplicaciones

Como se mencionó anteriormente, las asociaciones entre microorganismos y macroorganismos se dan en todas las formas posibles. Estas asociaciones pueden encontrarse incluso en el ser humano, ya que **somos considerados un macroorganismo** y, sabemos que, **en nuestro interior encontramos miles de bacterias** (microbiota normal) **que nos ayudan a la degradación y absorción de diversos nutrientes**, así como a la síntesis de mu-

chos compuestos como vitaminas; de igual manera, nosotros les proveemos de un lugar cómodo para vivir sin muchas complicaciones. **Esto sucede también en la mayoría de los animales.**

Si vas a tu jardín, también puedes encontrar esta asociación, dado que podrás encontrar plantas, pequeños animales (como insectos, aves, arácnidos, entre otros) y en la tierra a la que se une esta planta encontrarás miles de microorganismos que ayudan a la planta a obtener los nutrientes que requiere para vivir.

Puedes encontrar ejemplos de holobiontes en cualquier lado, debido a que los **holobiontes son la clave para la subsistencia del mundo, de la forma en la que lo conocemos.** Sin ellos, probablemente tus alimentos, flores o animales favoritos no existirían, o serían completamente diferentes a cómo los conocemos hoy en día.

El estudio en profundidad de estas asociaciones puede dar lugar a un **mejor entendimiento de patrones de comportamientos de ciertas especies**; nos permitiría dar respuesta a por qué la introducción de especies que no son nativas de cierto

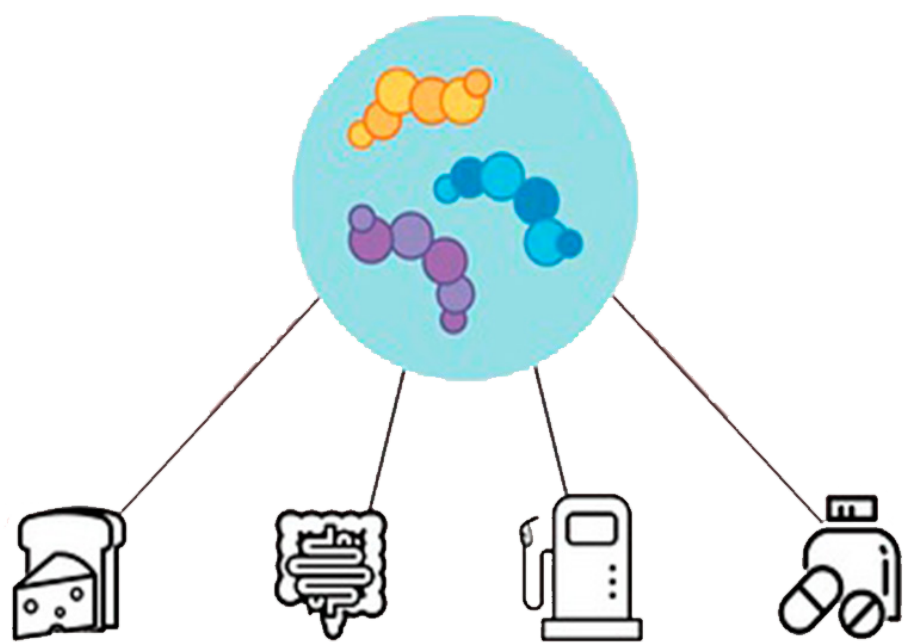
lugar ocasionan catástrofes ambientales; puede explicar por qué los organismos modificados genéticamente pueden llegar a ser malos, por mencionar solo algunas aplicaciones.

Asimismo, el estudio de los holobiontes podría a **ayudar en términos de biorremediación**, ya que, si se conocen los microorganismos nativos de un suelo, estos pueden aislarse y reintroducirse al ambiente de donde provienen para, por ejemplo, enriquecer los suelos que han sido empobrecidos/sobreexplotados, permitiendo **aplicar estos conocimientos a la producción de alimentos** (frutas, verduras y hortalizas) **de forma menos agresiva con el ambiente y de forma más sustentable**.

Si se conoce el tipo de microorganismos que se encuentra en algún tipo de suelo, se pueden

utilizar para el control de plagas nocivas/patógenas, porque algunos microorganismos liberan sustancias que acaban con las plagas de forma natural. ¡Todo lo que hay que hacer es simplemente conocer qué tipo de seres vivos se encuentran en un espacio determinado y usar esa información para un bien colectivo!

Los microorganismos nos ayudan a muchas cosas sin pedir mucho a cambio. A pesar de que no los veamos, siempre están con nosotros y es gracias a ellos que la vida es de la manera en que la conocemos. **¿Todavía crees que los microorganismos son los malos del cuento?**



Cerqueda-García D., Falcón L.I., Cerqueda-García D. y Falcón L.I. (2016). La construcción del nicho y el concepto de holobionte, hacia la reestructuración de un paradigma. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(1), 239-241. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.11.001>

Salgado-Morales R. y Dantán-González E. (2021). El hologenoma, una herramienta potencial para el estudio de los problemas ambientales ocasionados por xenobióticos. *Revista del Centro de Investigación de la Uni-*

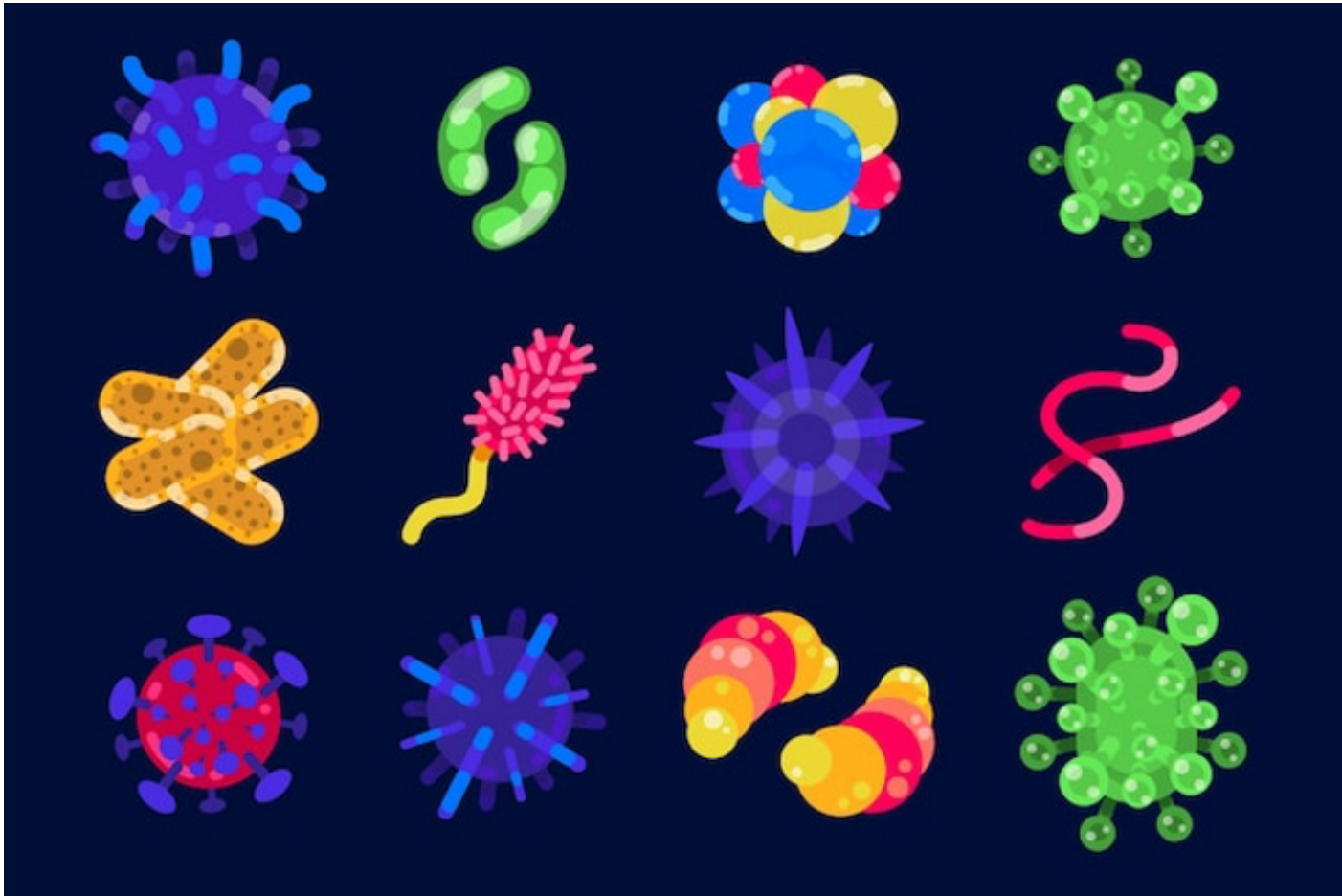
versidad La Salle, 14(56), 17-36. <http://doi.org/10.26457/recein.v14i56.2862>

Suárez J. (2020). El holobionte/hologenoma como nivel de selección: Una aproximación a la evolución de los consorcios de múltiples especies (The holobiont/hologenome as a level of selection: An approach to the evolution of multispecies systems). *THEORIA An International Journal for Theory History and Foundations of Science*, 36. <https://doi.org/10.1387/theoria.21611>

ARTÍCULO

Los hijos de Asgard

Eduardo Valencia-Cantero



https://www.freepik.com/free-vector/virus-pack_7454696.htm#fromView=search&page=1&position=19&uuid=3e1f669e-136a-4d7f-8ae2-de49aa866271

Resumen

Desde siempre, el hombre ha tratado de clasificar a los seres vivos que le rodean. Así, las clasificaciones han pasado de incluir los reinos animal, vegetal y mineral a sistemas de clasificaciones complejos de cinco reinos y, finalmente, un sistema de clasificación de tres dominios. Recientemente, el descubrimiento de un misterioso grupo de organismos (las arqueas de Asgard) ha amenazado el sistema de clasificación actual y puede llevarnos a una conclusión sorprendente: Somos los hijos de Asgard.

Palabras clave: Arqueas de Asgard, clasificaciones biológicas, reinos de la vida, RNA ribosomal.

RECIBIDO. 24/06/2024; ACEPTADO: 03/12/2025; PUBLICADO: 22/09/2025

Eduardo Valencia-Cantero. Profesor e investigador del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
eduardo.cantero@umich.mx

La vida según quien la clasifique

La necesidad de explorar la naturaleza y clasificar a los seres que se encuentran en ella es algo muy humano, se diría que **ha estado desde que existimos**. Muy probablemente, las primeras clasificaciones fueron bastante utilitarias: este es peligroso, este es bonito, este se come, este te come o este es venenoso. En la antigua Grecia (por ahí de 340 a. C.), **Aristóteles ubicaba a los seres naturales en los reinos mineral** (inanimado), **vegetal** (vivo, pero incapaz de moverse y sentir; alma vegetativa) y **animal** (capaz de moverse y sentir; alma sensitiva), y hacía una distinción para los **humanos** a los que atribuía un alma reflexiva. Aristóteles también hacía subgrupos, por ejemplo, animales con y sin sangre, o plantas leñosas y plantas blandas. **Las clasificaciones han seguido evolucionando y haciéndose más científicas**, considerando un mayor número de características que, al mismo tiempo, reflejen la historia evolutiva de los organismos en cuestión.

La clasificación de **los organismos más pequeños** (microscópicos) **ha estado algo más rezagada**, en buena parte por la **dificultad para observarlos** y para encontrar características útiles para su clasificación. No obstante que, para principios del siglo XX, las bacterias ya habían sido estudiadas en múltiples aspectos y se consideraban, desde entonces, como agentes causales de diferentes enfermedades, a la vez que se sabía de

su papel fundamental en el reciclamiento de nutrientes en la naturaleza; su clasificación era aún muy incipiente.

En **1937**, se propuso lo que parecía un gran avance, **la clasificación de los seres vivos en dos tipos: los eucariotas o eucarias**, que tienen células con núcleo, **y los procariotas**, que carecen de él (la voz griega *karyon* que significa 'nuez' o 'núcleo'). Poco después (**1956**), **se propone el reino «monera»** con los procariotas separado de los organismos unicelulares «protistas», y en **1964 se propone el reino «fungi»**, formado por los hongos que, hasta entonces, se habían considerado como algún tipo de planta. **Esto nos deja cinco reinos de organismos vivos: animalia, plantae, fungi, protista y monera.**

Carl Woese y la fábrica de proteínas

En este punto llega la biología molecular a las clasificaciones biológicas de la mano de Carl Woese, quien era físico, no biólogo, pero hizo aportes revolucionarios al entendimiento de la historia evolutiva. Para entonces (1977), ya se conocía la estructura y el funcionamiento general de las moléculas que contienen la información genética en los organismos, esto es, los ácidos nucleicos.

Woese dedicó sus trabajos al análisis de un tipo particular de ácido nucleico, el **ARN ribosomal**, una molécula que juega un papel central en la estructura y en la función de la maquinaria molecular que emplean todos los organismos vivos para producir sus proteínas. Estas

nanomáquinas se llaman **ribosomas** y son las **fábricas de proteínas de las células vivas**. Los ribosomas **existen desde el surgimiento mismo de la vida en la tierra**. Todos los organismos vivos tienen ribosomas y esto los hace especialmente útiles para trazar parentescos y linajes evolutivos por comparación entre ellos.

Carl Woese mostró que el ARN ribosomal de los eucarios tiene importantes diferencias con el ARN ribosomal de la mayoría de las bacterias, lo que no sorprende mucho. Lo sorprendente

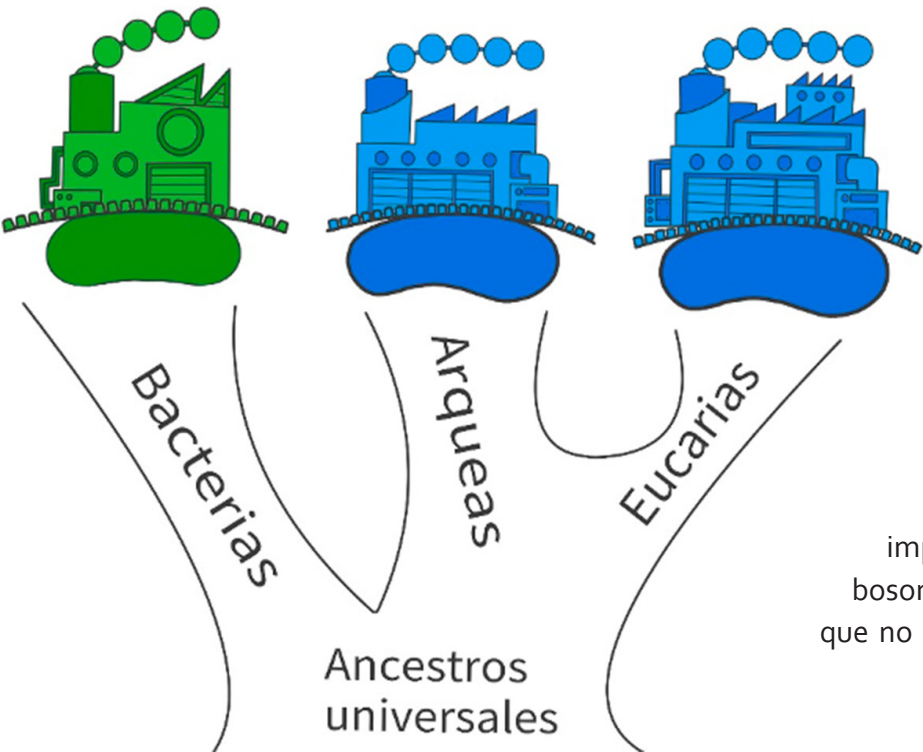
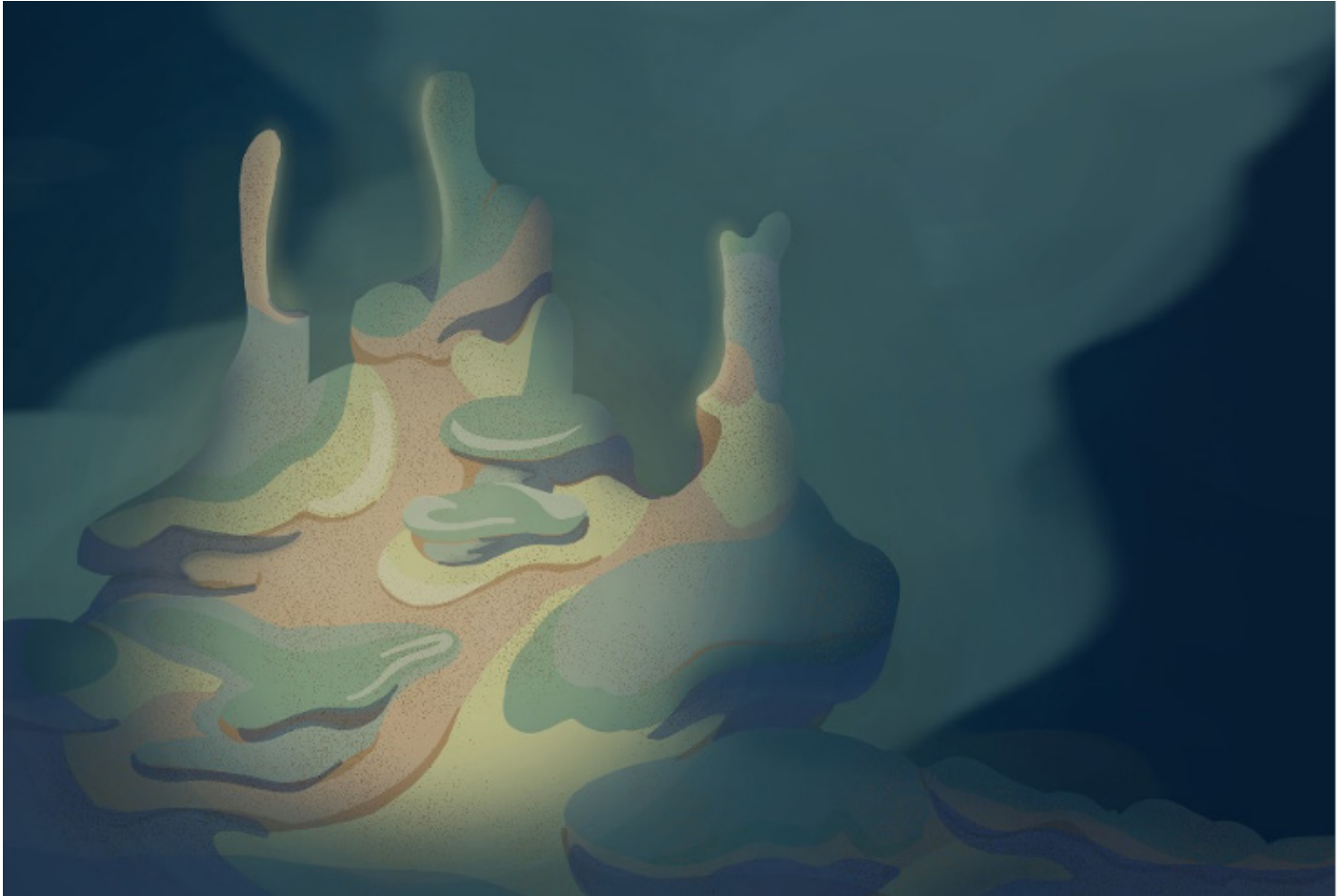


Imagen propia de autor



Castillo de Loki

fue encontrar que un pequeño grupo de organismos, las llamadas **«arqueobacterias»** (bacterias antiguas de acuerdo a su etimología), eran **muy diferentes del resto de las bacterias en cuanto a sus ribosomas, y que estos ribosomas** eran bastante **más parecidos a los de los eucariotas**.

Esto solo podía significar una cosa: que, confundiéndose entre las bacterias, existía un nuevo grupo de organismos muy parecidos en tamaño y forma a las bacterias, pero cuya esencia filogenética (historia evolutiva) está del lado de los eucariotas. Claramente, **estos organismos ya no podían seguir llamándose «arqueobacterias» y fueron nombradas simplemente «arqueas»** ('antiguas').

Los dominios de la vida no son como yo pensaba

Entonces, **¿qué son las arqueas?** Bueno, **no son bacterias**. Si bien se le parecen por fuera, tampoco son eucariotas, pues no tienen núcleo, pero la fábrica de proteínas de arqueas y eucariotas es semejante (diríamos que se parecen por dentro). Esto indica que, en un pasado muy remoto, hace unos 3 800 millones de años, organismos ancestrales tomaron dos caminos evolutivos separados: por un lado, el camino de las bacterias y, por el otro, el camino de las células arqueas/eucariotas.

Durante un tiempo, el linaje arquea-eucariota se mantuvo unido, con una evolución común en sus sistemas de producción de proteínas, pero esto no duró por siempre y hará unos 2 000 millones de años que las eucariotas se separaron de las arqueas en un proceso que llamamos eucariogénesis. El resultado es que **ahora tenemos tres «grupos principales» de organismos: bacterias, arqueas y eucariotas**.

Aquí surge otro problema, **los organismos pertenecientes a los reinos animalia, plantae, fungi y protista, tienen células con núcleo y, por lo tanto, todos son eucariotas**. Esto es, el grupo de los eucariotas comprende cuatro reinos, lo que significa que su rango es mayor, es un «dominio» (en algún momento se le llamó «imperio») y, en consecuencia, los otros «grupos principales», o sea bacterias y arqueas, también son dominios.

¡Qué complicación! Pero al fin pudimos clasificar a los organismos como corresponde ¿O no? Pues parece que no, este asunto no acaba allí.

Asgard y sus arqueas

Como era lógico, **el conocimiento acerca de las arqueas ha incrementado** y esto ha sido muy notable en los últimos 20 años. Dentro de las arqueas, **se han encontrado diferentes subgru-**

pos. Si nos imaginamos al dominio arquea como si fuera un árbol, cada subgrupo sería una rama que, a su vez, podría subdividirse en ramas más pequeñas (sub-ramas). Las primeras ramas encontradas fueron las euriaequeas y las crenarqueas, después las korarqueas y las nanoarqueas, les siguieron las tau-marqueas, y otras más.

En 2015, se descubrió la rama de las **llamadas arqueas de Asgard o asgararqueotas**. Las primeras arqueas de Asgard fueron **localizadas en una formación hidrotermal submarina conocida como «Castillo de Loki»**. Esta formación está situada entre Noruega y Groenlandia y, probablemente, por su aspecto lúgubre, hace referencia a «Loki», dios del engaño en la mitología nórdica, un dios más bien de atributos oscuros.

Los investigadores que realizaron el hallazgo (noruegos y suecos), llamaron a los organismos de esta subrama «Lokiarqueotas», en honor a Loki. Pronto, fueron descubiertos otras subramas de arqueas muy cercanas a las lokiarqueotas, que fueron nombradas **odinararqueotas** (en honor a Odín, padre de los dioses), **thorarqueotas** (en honor a Thor, hijo de Odín y dios del rayo), **heimdalarqueotas** (en honor a Heimdall, dios guardián de Asgard, ciudad de los dioses nórdicos). Actualmente, **se han encontrado 17 subramas de las arqueas de Asgard**.

Los asgarianos

A todo esto, ¿qué tienen de especial las arqueas de Asgard? Ya habíamos quedado en que las arqueas y las eucarias se parecían en su fábrica de proteínas, pero las arqueas de Asgard se parecen a las eucarias en muchas otras cosas más, cosas que se creía que solo existían en células eucariotas, como los **sistemas usados por las células para empaquetar proteínas** y otras moléculas (ESCRT), en los

sistemas de control de calidad y reciclamiento de proteínas (ubiquitinas), en los **sistemas de transporte internos de las células**, en los **componentes del esqueleto de las células** (así es, las células tienen esqueletos moleculares o citoesqueletos), entre otros.

Esto es difícil de explicar. Es como si las eucarias hubieran seguido, junto con las arqueas de Asgard, el mismo camino evolutivo durante un tiempo mayor que el que compartieron con el resto de las arqueas. ¿Cómo entenderlo?... ¿Será posible que las eucarias hubieran surgido, no a partir de un ancestro lejanísimo en la raíz del árbol de las arqueas, sino como una rama de las arqueas de Asgard? ¡Suenan muy loco!

Sin embargo, en los últimos cinco años, se han venido acumulando evidencias basadas en los genes y en los procesos celulares que indican que los eucarios provenimos de una rama en particular de las arqueas de Asgard, específicamente de las heimdalarqueotas, y esto indicaría que no existen tres dominios de la vida (bacteria, arquea y eucaria) sino dos (bacteria y arquea), por lo tanto, todos nosotros, los eucarios, ¡seríamos hijos de Asgard!

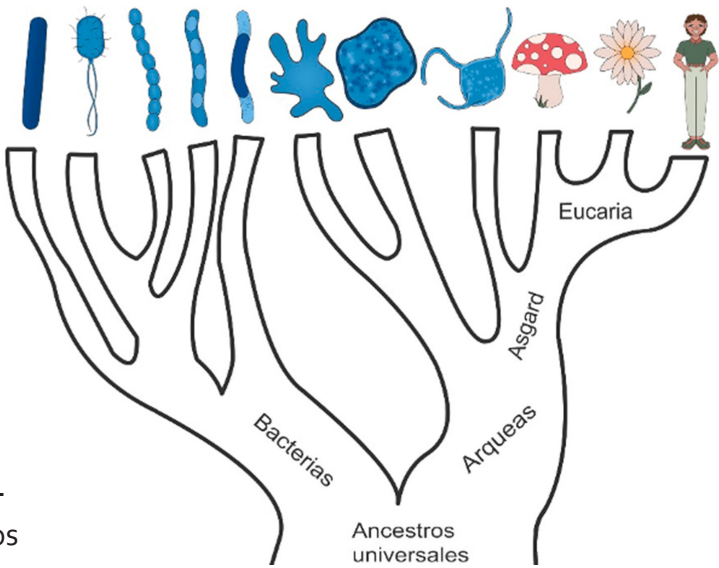


Imagen Propia de Autor.



Burgos-Frías N., Burgos-Lázaro J.R., Gilsanz-Rodríguez F., Téllez de Peralta G. y Rodríguez-Montes J. (2020). Aristóteles: Creador de la filosofía de la ciencia y del método científico (parte II). *Anales de la Real Academia de Doctores de España*, 5, 435-454. https://www.rade.es/doc/05R-BURGOS%20et%20al._Aristoteles.pdf

Estrabou C., Sosa C. y Crocco L. (1999). En el dominio de los reinos. *Revista de Educación en Biología*, 2, 38-

41. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaadbia/article/download/40585/40746>

Rodríguez H. (2019). Lokiarchaeota, la hipótesis del hidrógeno y el surgimiento de la célula eucariota. *National Geographic* [España]. https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/lokiarchaeota-hipotesis-hidrogeno-y-surgimiento-celula-eucariota_15082

ARTÍCULO

El poder oculto de las algas. Sus compuestos químicos

Natzyeli Vianney Ramírez-Vázquez y Rubén Hernández-Morales



Natzyeli Vianney Ramírez-Vázquez. Estudiante de licenciatura de la Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

2007537f@umich.mx

Rubén Hernández-Morales. Profesor de la Facultad de Biología. Coordinador del Área de Análisis de Aguas del Laboratorio de Investigación en Biología Acuática «J. Javier Alvarado Díaz», Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

rhernandez@umich.mx

Resumen

Las algas son organismos acuáticos que no presentan una estructura típica de planta terrestre vascular. Como todo ser vivo sintetizan compuestos con un gran potencial de aplicación en diversas áreas, como la alimentaria, la farmacéutica, la médica y la agrícola, debido a que son fuente primaria para la fabricación de diversos productos de valor comercial, como maquillajes, cremas, medicamentos, por mencionar algunos. De algas marinas, se produce el medicamento GV-971, utilizado en el tratamiento del Alzheimer, así como antibióticos de cuarta generación para disminuir el crecimiento de microorganismos resistentes. Este efecto antimicrobiano se atribuye al contenido de compuestos fenólicos. En México, solo se ha estudiado el 3.5 % del potencial antagónico en bacterias, por lo que existe un gran potencial en la investigación.

Palabras clave: Compuestos bioactivos, fenoles, glicósidos, terpenos.

RECIBIDO: 26/06/2024; ACEPTADO: 05/03/2025;
PUBLICADO: 22/09/2025

¿Las algas son plantas?

El término «alga» se ha utilizado para incluir a organismos acuáticos fotosintéticos que carecen de tejidos de conducción (xilema y floema; tejidos que transportan agua y nutrientes), por lo tanto, **carecen de la estructura típica de una planta terrestre vascular conformada por raíz, tallo y hojas**. Sin embargo, este término no es exclusivo del reino de las plantas, ya que incluye a organismos de los reinos Plantae (reino de las plantas), Chromista (reino de organismos con clorofila «c» y hongos imperfectos) y Monera (reino de las bacterias verdaderas). **En el reino de las plantas se encuentran las algas verdes y rojas; en el reino de los chromistas se encuentran las algas cafés** y un numeroso listado de grupos de algas microscópicas, en tanto que en el **reino de las bacterias (Monera) se ubican las denominadas cianobacterias**.

¿Qué mecanismo les permite a las algas desarrollar sus actividades fundamentales?

Las algas, como todo ser vivo, **desarrollan procesos complejos para transformar compuestos en moléculas simples o viceversa (metabolismo)**, sustancias útiles en todos sus procesos vitales que son requeridos para desarrollar su ciclo de vida.

Al igual que las plantas superiores, **presentan un metabolismo primario** que sirve para desarrollar las actividades sustantivas, donde se encuentran los azúcares o carbohidratos, que se producen como resultado de la fotosíntesis; proteínas, lípidos, vitaminas y ácidos nucleicos, con diversas funciones, ya que dan estructura, favorecen mecanismos de transporte, participan en procesos catalíticos (proceso para acelerar o retardar una reacción), son fuente de energía y presentan actividad genética en diversos escenarios.

El **metabolismo secundario** hace más eficientes los procesos del metabolismo primario, ayudando a las algas a obtener nutrientes esenciales como el nitrógeno, el fósforo, el calcio, el magnesio, el potasio, entre otros elementos de interés biológico. En este tipo de metabolismo se llevan a cabo reacciones bioquímicas para **sintetizar moléculas complementarias de las funciones vitales**, denominadas metabolitos secundarios, que permiten que los procesos vitales se desarrollen de forma eficiente. Los compuestos resultantes de este son subproductos de rutas metabólicas que se activan dependiendo de la interacción con el medioambiente y de condiciones externas a las algas, tales como estrés hídrico, ataques de patógenos,



Macroalgas de la costa de Michoacán. Fotografía: Rubén Hernández-Morales.

Tipos de compuestos en algas

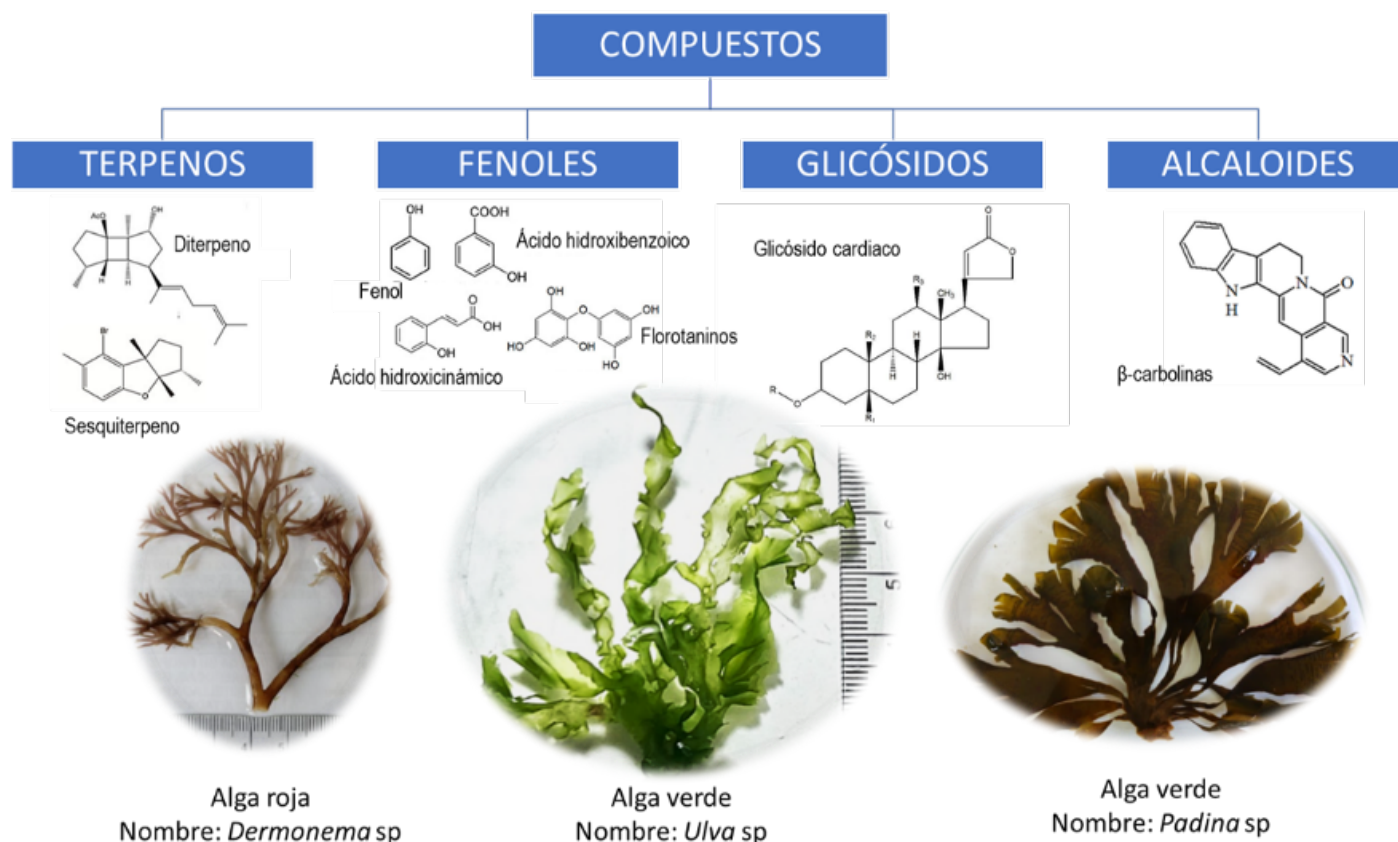


Ilustración: Rubén Hernández-Morales

depredadores, cambios térmicos o lumínicos, deficiencias nutricionales o presencia de otros organismos.

Estos **metabolitos** tienen un **gran potencial de aplicación en diversas áreas** como en la cosmética, la alimentaria, la farmacéutica, la médica, la agrícola y la energética, **ya que son fuente de materia prima para la fabricación de diversos productos de alto valor comercial** como maquillajes, cremas reafirmantes y reductoras, medicamentos, productos auxiliares en procesos médicos como los dilatadores cervicales (para ayudar a abrir el canal del parto en mujeres embarazadas), insecticidas, herbicidas, promotores de crecimiento vegetal y biocombustibles, por mencionar algunos.

¿Qué sustancias químicas se encuentran dentro de las algas marinas?

Algunas algas presentan estructuras químicas que no pueden ser encontradas en otros organismos, por lo que son específicas y **tienen diversas actividades biológicas** (anticancerígenas, cardiotónicas, antivirales, antitumorales, antiinflamatorias y anticoagulantes). Los compuestos del metabolismo secundario en las macroalgas se pueden agrupar en cuatro categorías:

1. **Terpenos**, un grupo de compuestos lipofílicos que proporcionan el olor y el sabor característico en organismos vegetales, precursores de pigmentos fotosintéticos y hormonas, útiles como promotores de crecimiento vegetal como las giberelinas. Son **útiles para fabricar repelentes o insecticidas y medicamentos**.
2. **Compuestos fenólicos**, sustancias químicas con propiedades antioxidantes con las cuales desarrollan color, sabor y aroma. Algunos ejemplos son los polifenoles y fenoles con bromo, sulfato y halógenos, los cuales **tienen actividad antioxidante, antimicrobiana, anticancerígena, antidiabética y antitrombótica**.
3. **Glicósidos**, los cuales son compuestos químicos, constituidos por un azúcar y otro compuesto de naturaleza química, como los manano-oligosacáridos (MOS), con **aplicaciones en procedimientos médicos**.
4. **Alcaloides**, compuestos que poseen una baja toxicidad y presentan una importante actividad biológica como **antitumoral y antiinflamatoria**.

En la última década, **un poco más de quince mil moléculas se han estudiado con interés nu-**

tracéutico (estudios en productos naturales que benefician la salud), **farmacológico** (desarrollo de medicamentos) y **alimenticio**, de las cuales, **tres mil provienen de algas**. Es por esto que se llevan a cabo investigaciones para determinar la actividad antibacteriana de extractos de algas marinas para obtener nuevas moléculas, las cuales pueden ser una alternativa para desarrollar diversos productos de interés comercial y fármacos que se utilicen para **enfrentar a bacterias patógenas con multirresistencia antibiótica**.

Uso de compuestos bioactivos de macroalgas en la salud humana

Las **macroalgas** han recibido especial atención por ser fuente potencial de compuestos que promueven la salud (compuestos bioactivos), que incluyen, además de las antes mencionadas, **propiedades antibacterianas, antivirales, antifúngicas, antiparasitarias y antioxidantes**. Cabe destacar que no todas las especies cuentan con este potencial y que la bioactividad puede presentar variación temporal, interespecífica e incluso modificar su poder antagónico, dependiendo de la región geográfica en donde se encuentre la especie.



Recolecta de ejemplares. Fotografía: Rubén Hernández-Morales.

Por mencionar algunos casos, destaca la **actividad antiproliferativa** (inhibe la división de células cancerosas) **de extractos del alga café *Cystoseira crinita***, frente a líneas de cáncer pulmonar, mamario y de colon, la cual es común de las costas de Europa; la **actividad citotóxica** (eliminación de células) **del extracto acuoso del alga roja *Gracilaria corticata*** frente a líneas celulares leucémicas, la cual es dominante en las costas del océano Índico, y la **actividad antibacteriana de las algas verdes *Enteromorpha linza* y *Ulva pertusa*** contra las bacterias patógenas resistentes provenientes de estructuras dentales.

¿Cómo podemos conocer la actividad biocida de los compuestos químicos de algas marinas?

Para conocer la actividad biocida (repeler, neutralizar o eliminar organismos) de la amplia diversidad de compuestos químicos que producen las algas marinas, **se tienen que recolectar tallos completos** (parte vegetativa) y **limpiarlos** para, posteriormente, **ser secados, pulverizados y sometidos a un sistema de extracción** para la obtención de los compuestos. Pueden usarse **disolventes polares como el agua, la acetona, el etanol y el metanol**, que extraen compuestos con cargas eléctricas diferentes en cada lado de la molécula; o **apolares como el cloroformo, el benceno y el hexano**, que extraen compuestos con la misma carga eléctrica en cada lado de las moléculas. Con estos extractos se implementan ensayos de laboratorio bajo **estudios *in vitro* contra cepas patógenas**, algunas multirresistentes a antibióticos.

Cabe destacar que, en estos ensayos, **aproximadamente un 60 % de los extractos presentan inhibición de crecimiento contra bacterias patógenas**, mientras que el resto no presenta actividad antibacteriana. Por otro lado, en el caso de la actividad antimicótica (actividad contra hongos), se han hecho estudios con *Candida albicans*, en los cuales no se presentó ninguna actividad biocida.

¿Cuál es el efecto antimicrobiano de estos compuestos?

El **efecto antimicrobiano** de los compuestos que contienen los extractos de las macroalgas marinas, **se atribuye a la presencia de compuestos fenólicos**, entre los que destacan los taninos y los flavonoides. Tam-

bién se ha demostrado la presencia de terpenos y algunos ácidos grasos. Estos metabolitos secundarios son los protagonistas en el proceso de la actividad biocida en bacterias, ya que dañan las paredes celulares de estas, interrumpen las funciones normales como el transporte de electrones y el transporte de nutrientes al interior de la célula, impiden la síntesis de ácidos nucleicos y afectan la actividad enzimática (actividad de proteínas para acelerar o retardar procesos biológicos).

¿Pueden diseñarse productos de interés comercial a partir de estos compuestos?

Es posible diseñar **medicamentos, suplementos alimenticios, fertilizantes, insecticidas y promotores de crecimiento vegetal**, entre otros productos a partir de los compuestos bioactivos de las algas marinas. En China se diseñaron **dos medicamentos para el tratamiento de la enfermedad de Alzheimer** con base en algas pardas denominados Oligomannate y GV-971, los cuales suprimen el desarrollo bacteriano de cepas asociadas a procesos de degeneración neuronal, con ello se busca **impedir el desorden neurológico irreversible y progresivo que destruye lentamente la memoria**, disminuye la capacidad de pensamiento y altera el proceso neuromotor para realizar tareas sencillas.

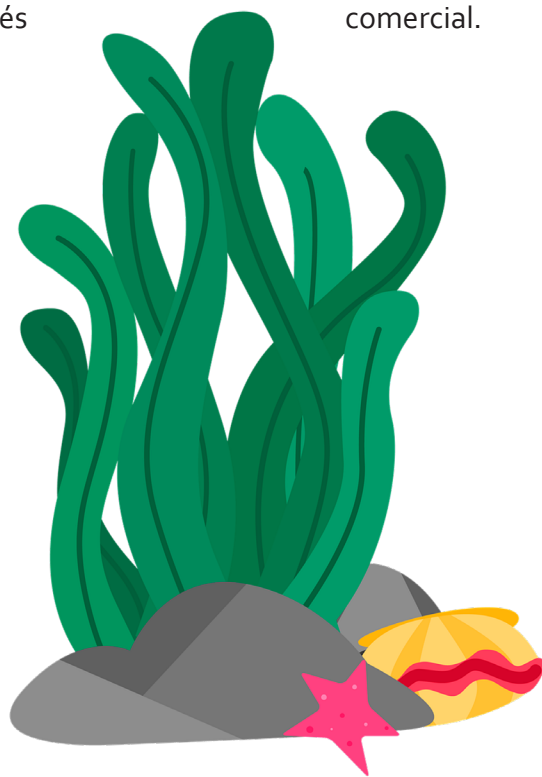
En la industria alimentaria, se encuentra el **suplemento Fucoidan**, el cual no es un medicamento, pero **tiene actividad antibacteriana, antiviral y efectos antagonísticos contra el cáncer, inflamación, obesidad, alergias, colesterol, diabetes y trombosis**. Asimismo, aporta un efecto antioxidante y protección gástrica, además de propiciar

efectos cosméticos y de antienviejecimiento, ya que mejora la capacidad de retención de agua, la elasticidad de la piel y promueve la cicatrización de heridas.

En la biotecnología vegetal destaca un producto elaborado con **ulvanos**, el cual **induce respuestas positivas en el crecimiento vegetal**, además de favorecer mecanismos de defensa que se pueden utilizar para proteger, de forma preventiva, al organismo vegetal contra el estrés abiótico y biótico en los cultivos.

¿Cuál es el reto de la comunidad científica en este campo?

En México, solo se ha investigado el **potencial biocida en bacterias y hongos patógenos del 3.5 % de las especies de macroalgas** registradas para el litoral del Pacífico, el Golfo de México y el Mar Caribe, por lo cual, existe un gran potencial de investigación para registrar o descubrir nuevos compuestos que permitan controlar poblaciones de bacterias y hongos patógenos del hombre y de organismos de interés comercial.



Durán-Hernández D., Uribe-Orozco M.E., Mateo-Cid L.E. y González-Mendoza D. (2022). Potencial biotecnológico de las macroalgas en la agricultura. *Idesia* (Arica), 40(3), 81-88. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34292022000300081&script=sci_arttext&tlng=pt

Muñoz R., Santome S. y León J. (2020). Actividad antibacteriana de extractos hexánicos y etanólicos de macroalgas marinas de la Bahía de Ancón, Lima, Perú.

Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 31(2). <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i2.17829>

Sadeghi A., Rajabiyan A., Nabizade N., Nezhad N.M. y Zarei-Ahmady A. (2024). Seaweed-derived phenolic compounds as diverse bioactive molecules: A review on identification, application, extraction and purification strategies. *International Journal of Biological Macromolecules*, 266(1). <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.131147>

ARTÍCULO

Una fibra que permite viajes espaciales seguros y detiene proyectiles

Adriana Ríos-Alegre y Jesús Eduardo Ríos-Alegre



<https://pixabay.com/es/photos/astronauta-traje-espacial-espacio-11080>

Resumen

El ser humano siempre ha sido curioso y aventurero. En la historia han existido episodios bélicos que ponen en riesgo la vida de miles de personas, por lo que siempre se necesita descubrir materiales que permitan brindar seguridad a quienes se ven involucrados en estos hechos. Por otra parte, el deseo de explorar lo que hay fuera del planeta Tierra ha planteado retos para las empresas aeronáuticas que buscan materiales resistentes y duraderos capaces de proteger las naves y la tripulación que envían a las misiones espaciales. A continuación, hablaremos de la fibra —Kevlar®— que, desde su descubrimiento, ha llamado la atención de las industrias por sus atractivas características: resistencia extrema, liviana y durable.

Palabras clave: fibra, espacio, polímero, protección, proyectil.

RECIBIDO: 20/06/2024; ACEPTADO: 07/11/2024; PUBLICADO: 22/09/2025

Adriana Ríos-Alegre. Estudiante de Doctorado en Farmacia, Facultad de Farmacia, Laboratorio 4, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos.
adriana.riosa@uaem.edu.mx

Jesús Eduardo Ríos-Alegre. Estudiante de Licenciatura en Seguridad Pública y Ciencias Forenses, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
2008838b@umich.mx

El Kevlar®

El Kevlar® es el registro comercial de una fibra orgánica: **poliparafenileno tereftalamida**. Se trata de una aramida o poliamida aromática cuya estructura química está compuesta por un anillo bencénico y una amida —*benzamida*—. La simplicidad de estos grupos funcionales fueron la clave para obtener un material que dio lugar a un arreglo ordenado y repetitivo de un monómero, permitiendo la **formación de largas cadenas** («varillas») que interaccionan entre sí mediante puentes de hidrógeno que orienta un arreglo paralelo de manera que se obtienen fibras largas.

Las aramidas tienen propiedades estructurales mejoradas de tracción, es decir, son muy **resistentes cuando se estiran** y, sorprendentemente, se ha encontrado que el Kevlar® es hasta **cinco veces más resistente que el acero**. Además, al poseer propiedades únicas de **ligereza, flexibilidad, resistencia a la corrosión, dificultad de arder y su fácil producción**, queda claro el porqué áreas de aeronáutica y de protección balística han empleado esta fibra para diseñar equipos que permiten proteger y brindan seguridad a los usuarios. A continuación, hablaremos de la creadora de este material tan sorprendente y útil.

La descubridora del Kevlar®

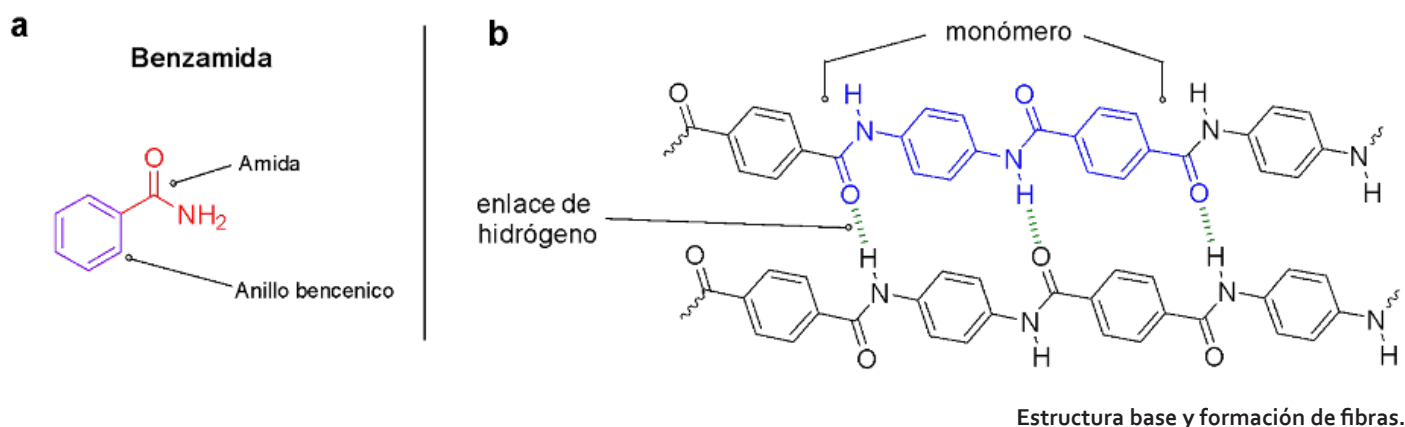
Si ponemos un poco de atención en las fechas, podemos notar que transcurría la Segunda Guerra Mundial (1939-1945), época con la necesidad de tener un material que proporcionara un blindaje para detener las balas y que fuera ligero, capaz de proteger a los soldados y a los equipos que llevaban consigo. En este periodo, el acero era el único ma-

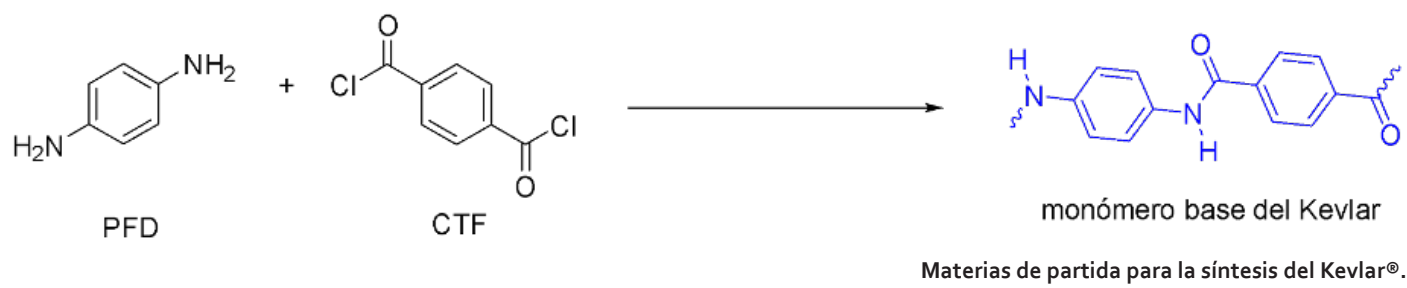
terial disponible que podían usar; sin embargo, causaba demasiados inconvenientes.

En este contexto, en 1945, la química **Stephanie Louise Kwolek** (1923-2014) comenzó a trabajar para DuPont®, una empresa química norteamericana de descubrimiento y desarrollo de materiales novedosos. Su trabajo se **centró en la generación de polímeros que podían convertirse en fibras delgadas al estar en solución**. Luego de una charla con sus superiores, se le indicó que debía crear un material resistente y ligero que pudiera ser empleado para recubrir las llantas de los coches con la intención de reducir el gasto de gasolina, ya que a principios de 1960 había escasez de combustible. En la búsqueda de ese material, **mezcló dos compuestos: la para-fenildiamina (PFD) y el cloruro de tereftaloilo (CTF)** que sirvió como disolvente **para obtener un nuevo compuesto: el Kevlar®**.

En un inicio, se desanimó con el resultado obtenido, ya que la solución generada tenía un aspecto inusual a sus trabajos previos; sin embargo, Stephanie no rechazó el resultado, al contrario, decidió analizarlo pese a que sus compañeros se oponían. La sorpresa llegó cuando observaron que la nueva fibra obtenida, con un color amarillo característico, no solo era más resistente que el nylon, sino también que el mismo acero. Siendo así que, **en 1971, se introduce la patente del Kevlar®**.

En 1995 se le reconoció y premió con la medalla Lavoisier por sus logros en esta área de la investigación. El trabajo de Kwolek no se detuvo ahí, puesto que siguió investigando derivados poliméricos de esta aramida que pudieran mejorar las características actuales de la fibra y ampliar las áreas donde el material podría ser usado. Así es como se





pasó de una fibra que originalmente sería el recubrimiento del acero en las llantas de los coches a **incursionar en la aeronáutica y en la protección balística**.

Kevlar® y naves espaciales

El universo y sus misterios han sido motivo de inspiración y respeto para una gran cantidad de personas a lo largo del tiempo. La curiosidad de saber qué es lo que hay en ese oscuro horizonte poblado de estrellas lejanas es algo que ha mantenido despierto a más de un científico, adulto y niño. Sin embargo, **el desarrollo de materiales capaces de soportar condiciones extremas** como las altas temperaturas y velocidades necesarias para el despegue, viaje y regreso seguro del espacio, **no ha sido una tarea sencilla**. Es justo aquí cuando el descubrimiento de la maravillosa fibra de la química Stephanie Kwolek entra en acción.

Dada su flexibilidad, resistencia a altas temperaturas y tensiones, en **1997 la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio** (NASA, por sus siglas en inglés), **lanzó una pequeña nave espacial robótica** —sonda— llamada *Mars Pathfinder*, donde la fibra Kevlar® fue usada para reforzar las bolsas de aire necesarias para su aterrizaje, así

como las cuerdas que los sujetaban. ¡Ayudando así a la sonda *Mars Pathfinder* a completar un viaje de más de 64 millones de kilómetros completamente intacta y lista para explorar la superficie del planeta Marte!

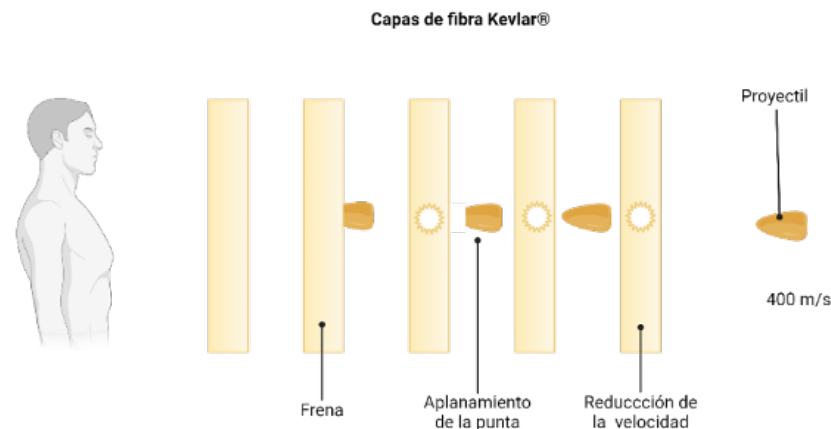
No solo eso, **esta aramida se usa como material de blindaje**, ¡es un escudo protector!, de las naves en órbita, ya que **ayuda a mitigar los impactos causados por los desechos espaciales** como los meteoritos y sus fragmentos, **así como de los desechos orbitales** (objetos creados por el hombre en el espacio, ej. satélites). Si esta fibra puede proteger las naves en el espacio, ¿te imaginas lo que puede hacer frente a una bala?

Kevlar® y la protección balística

El sector militar y de defensa es un área de suma importancia para todas las naciones. El desarrollo humano siempre ha estado relacionado con acciones bélicas, siendo la Primera y Segunda Guerra Mundial ejemplos destacables donde la protección de los soldados era crucial para garantizar su regreso a casa. En este sentido, es claro que **una adecuada protección balística marca la diferencia entre la vida y la muerte**. Un chaleco blindado es, sin duda, una prenda que todos hemos visto en

las películas o series de acción y sabemos que el protagonista siempre se salva gracias al uso de este equipo.

A primera vista, su función es simple: detener proyectiles. Una ojiva, por ejemplo, alcanza una velocidad aproximada de 400 m/s (1440 km/h), que si golpeará el cuerpo sin ninguna protección perforaría la piel y dañaría los órganos en su trayec-

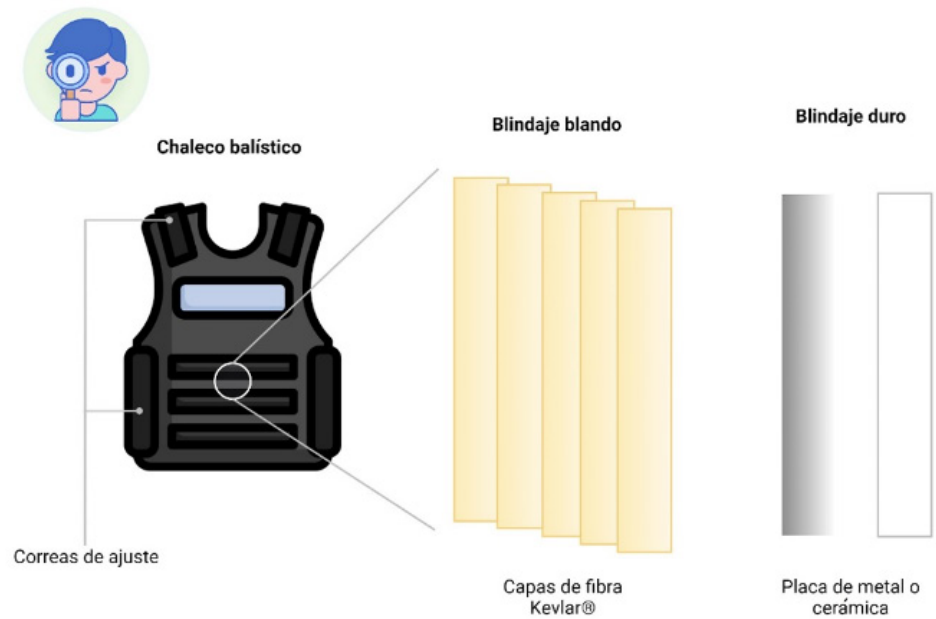


Funcionamiento de las capas en el chaleco antibalas. Creado con BioRender.com

toria, pero al usar un chaleco balístico la historia cambia. Te has preguntado ¿Cómo lo hacen? Pues bien, hay dos tipos de chalecos: los de blindaje duro y los de blindaje blando. Los primeros usan placas de cerámica o metal como escudos haciendo que las balas que impactan sobre el chaleco reboten, su ventaja es detener casi todo tipo de proyectiles, pero sus desventajas son el peso del chaleco y el daño que puede causar, ya que el impacto directo sobre la placa genera una fuerza de choque capaz de producir daño en los órganos internos.

Por su parte, los chalecos de tejido blando están pensados para un uso diario, son ligeros, cómodos y los más usados... Y, ¿adivina de qué material están hechos? ¡Así es, de la fibra Kevlar®! Por sus características de dureza y flexibilidad, es capaz de frenar uno o varios proyectiles pequeños antes de que perfora por completo el chaleco, impidiendo que toque el cuerpo.

Los chalecos de blindaje blando, al estar constituidos por una serie de capas superpuestas de Kevlar®, logran frenar la velocidad del proyectil cada vez que atraviesa una capa y, además, hacen que su punta se aplane, disminuyendo la energía con la que fue proyectada, de manera que la bala frena antes de entrar en contacto con el cuerpo.



Tipos de chalecos antibalas. Creado con BioRender.com

Si bien no hay un daño fatal, es común que queden moretones y dolor en la zona del impacto.

La química presente en todos los ámbitos de nuestra vida cotidiana

En ocasiones, de manera tan sutil que cuesta ser consciente de ella, la química está presente en nuestra vida cotidiana, por eso, siempre **debemos mantener nuestra curiosidad** y preguntarnos acerca de la composición de las cosas, **cómo y por qué funciona**.

Gracias a la mente curiosa de la química Stephanie Kwolek se creó esta maravillosa fibra Kevlar®, cuyas aplicaciones van desde detener proyectiles hasta permitir viajes espaciales seguros.



DuPontMT (s. f.). Kevlar. <https://www.dupont.mx/brands/kevlar.html>

Fernández-Amil I. (2023). Stephanie Kwolek, la científica que descubrió el kevlar por «error». *Linked in*. <https://es.linkedin.com/pulse/stephanie-kwolek-la-cient%C3%ADfica-que-descubri%C3%B3-el-por-fern%C3%A1ndez-amil>

López A. (2017). Stephanie Kwolek, la química que ha salvado miles de vidas. *Vidas científicas*. <https://mujeres-conciencia.com/2017/03/07/stephanie-kwolek-la-quimica-ha-salvado-miles-vidas/>

NASA. (s. f.). *Astromaterials Research & Exploration Science*. <https://hvit.jsc.nasa.gov/shield-development/materials.html>

ARTÍCULO

Descomposición química en la vida cotidiana. Importancia y utilidad

Bertin Rene Anzaldo O. y Claudia P. Villamizar C.



https://www.freepik.com/free-photo/front-view-male-scientist-special-protective-suit-holding-injection_13686497.htm#fromView=search&page=1&position=3&uuid=d8d4coa6-8c27-4ede-8d4b-d5c3ca16d9be

Bertin Rene Anzaldo O. Laboratorio de Síntesis de Complejos de la Facultad de Ciencias Químicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Puebla de Zaragoza, Puebla.
bertinanzaldo@outlook.com

Claudia P. Villamizar C. Ayudante de Investigación, Laboratorio Inorgánica 2, Instituto de Química, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
claudia.villamizar1@comunidad.unam.mx

Resumen

En el fascinante universo de la química cotidiana, las reacciones de descomposición se revelan como protagonistas destacados. Al comprender estos procesos químicos, no solo ganamos apreciación por la ciencia detrás de nuestras acciones diarias, sino que también nos embarcamos en un viaje hacia elecciones más conscientes y sostenibles. Cada reacción química narra una historia, recordándonos que la química está presente en cada rincón de nuestra vida, donde los átomos y las moléculas son los principales protagonistas. Valorar la descomposición química implica apreciar la ciencia en acción en nuestro entorno cotidiano.

Palabras clave: Descomposición química, química cotidiana, reacciones químicas.

RECIBIDO: 10/06/2024; ACEPTADO: 26/08/2024;
PUBLICADO: 22/09/2025

La química, como la ciencia que explora el cambio de la materia a lo largo del tiempo, nos introduce a un **elemento crucial en nuestra vida cotidiana: el oxígeno**. La palabra «oxígeno», derivada de «oxygène» por Antoine Lavoisier, revela su papel esencial al conectar la respiración con la química de la combustión. Lavoisier demostró esta conexión al descomponer la cal de mercurio, un compuesto de metal y oxígeno, mediante calor, en una reacción que resalta la dualidad del oxígeno. Si bien es vital para nuestra existencia, **también puede generar sustancias reactivas con efectos negativos**, subrayando la complejidad de nuestra relación con este elemento. En el mismo aire que respiramos, aunque no sea el componente mayoritario, su proporción es significativa y vital para los seres vivos.

En una **reacción de descomposición**, las sustancias se descomponen en partes más simples (elementos o compuestos más simples), **generalmente por efecto del calor, luz o electricidad**. La reacción de Lavoisier, un ejemplo de descomposición térmica, fue de gran interés para las mentes científicas de la época, al demostrar la existencia de un nuevo elemento: el oxígeno. Este fenómeno se manifiesta de diversas maneras en nuestra vida cotidiana, **influyendo campos que van desde la biología hasta la tecnología y el medioambiente**.

A continuación, explicaremos cómo las reacciones de descomposición son fundamentales en nuestras vidas.

Un ejemplo que ilustra bien el concepto de una reacción de ruptura es la que ocurre dentro de una varita luminosa cuando la rompes. Las varitas luminosas contienen peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y luminol, que se mantienen separados por un cilindro de vidrio hasta que rompes el vidrio y ambos se mezclan. Esta mezcla desencadena una reacción inmediata que produce un compuesto muy inestable. Al ser tan inestable, se descompone rápidamente, liberando dióxido de carbono (CO_2) y, crucialmente, energía en forma de luz. El tinte de color en la varita luminosa absorbe la energía, haciéndola brillar.

Hidrógeno limpio: La fusión de la división del agua

Existen reacciones que descomponen los compuestos en sus elementos más básicos, y un ejemplo destacado es la **descomposición del agua**, conocida como **electrólisis o división del agua**. Esta reacción es significativa porque **posibilita la producción de hidrógeno**, un combustible limpio y sostenible; sin embargo, esta descomposición no sucede de manera espontánea, ya que **requiere un proceso llamado electrólisis**. En este proceso, los

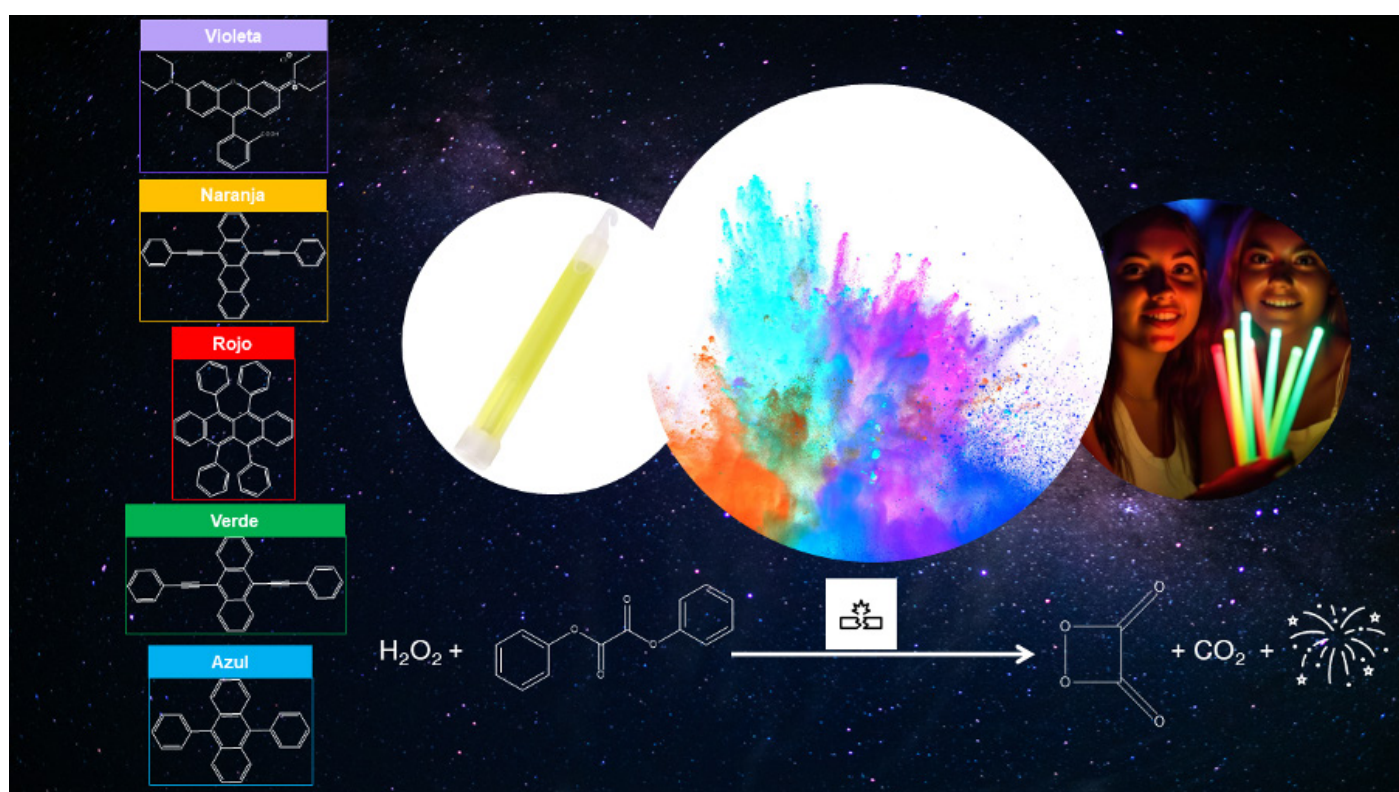


Figura 2. Descomposición química en las varitas fluorescentes.

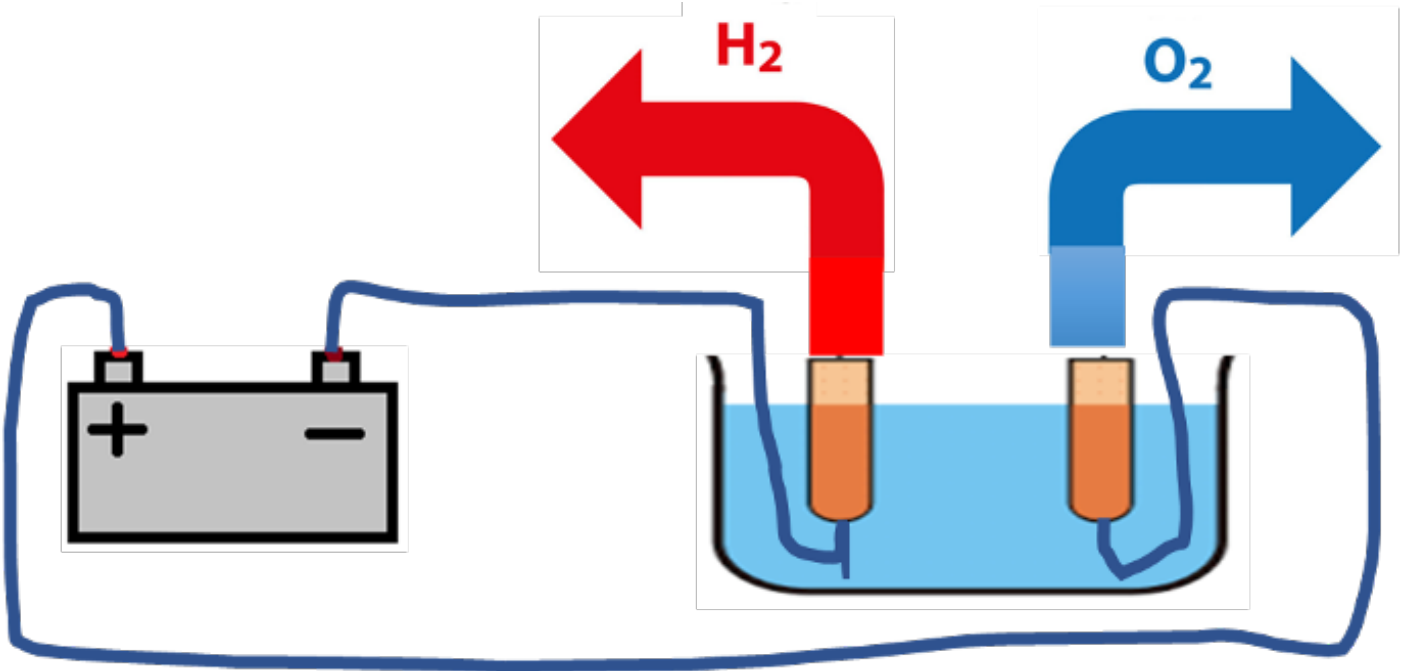


Figura 3. Reacción de electrólisis para la producción de hidrógeno y oxígeno en el agua.

electrodos (ánodo y cátodo) se sumergen en agua y se conectan a una batería. La corriente generada en este proceso lleva a la separación del agua en sus partes constituyentes, con el hidrógeno liberándose en el cátodo y el oxígeno en el ánodo (Figura 3). Este **método ofrece una forma ecológica de obtener hidrógeno**, pero es crucial entender que no ocurre de manera natural y que requiere la intervención de una fuente de energía externa para que esta reacción se lleve a cabo.

La mayor parte del hidrógeno se produce actualmente a partir de combustibles fósiles. No obstante, esta situación impulsa la búsqueda de alternativas sostenibles para su producción, lo cual refleja el compromiso de los científicos con un futuro más limpio. La dependencia de fuentes renovables, como paneles solares y turbinas eólicas, destaca a la electrólisis del agua como un pilar clave en la transición hacia un hidrógeno más ecológico. Este enfoque, respaldado por la investigación continua, **tiene el potencial de allanar el camino para impulsar no solo vehículos, sino también drones y barcos**, con un combustible más amigable y menos impacto en el medioambiente.

Explorando la descomposición en nuestro hogar

Existen **reacciones de descomposición** que utilizamos **en nuestra vida cotidiana**, como al limpiar baños, teñir el cabello o cargar impresoras con papel. El peróxido de hidrógeno (H_2O_2) se utiliza

como base en ciertos **desinfectantes** y es conocido como **blanqueador** o componente principal en **productos para aclarar el cabello**. Al funcionar como blanqueador, aprovecha la potencia química de átomos individuales de oxígeno reactivo para destruir moléculas llamadas cromóforos que proporcionan color. Por ejemplo, al realizar un proceso de decoloración del cabello, esta reacción de descomposición produce oxígeno y agua.

El **peróxido de hidrógeno se descubrió en 1818** por el químico francés Louis Jacques Thénard quien lo produjo por tratamiento del peróxido de bario con ácido nítrico y se utilizó en **experimentos que mezclaban el compuesto con sangre**, demostrando que algo en la sangre **activaba la reacción de descomposición, liberando oxígeno**. Aunque en ese momento no se conocían catalizadores, el químico sueco Jöns Jacob Berzelius acuñó el término catálisis para describir este factor activador, tomando como ejemplo la descomposición del peróxido de hidrógeno por la sangre. Resulta que la sangre contiene una enzima, la catalasa, dependiente del hierro para acelerar esta reacción.

Esta misma reacción se puede observar en la efervescencia de una herida fresca al usar peróxido de hidrógeno para limpiar cortes y raspaduras, aunque no se recomienda por profesionales médicos. El **peróxido de hidrógeno**, también conocido como blanqueador no clorado, está **destinado a la limpieza de cocinas, baños e instrumentos quirúrgicos**.

gicos, en lugar de su uso directo en la piel. El oxígeno reactivo liberado en la descomposición **mata bacterias y microorganismos**, pero no distingue entre invasores unicelulares y células de nuestro cuerpo, pudiendo dañar la piel incluso a concentraciones bajas usadas en hogares (Figura 4).

Por otra parte, la necesidad de blanquear el papel surgió cuando la demanda superó la oferta de fibras blancas para su producción. Con la madera como fibra principal, se necesitaban productos químicos para destruir los compuestos que daban color a la madera, convirtiéndola de marrón a blanca. Aunque los blanqueadores a base de cloro pueden usarse, su contaminación en cuerpos de agua ha llevado a la preferencia por la descomposición del peróxido de hidrógeno en la industria papelera.

Descubriendo los secretos del bicarbonato en las reacciones de la cocina

Una reacción de descomposición conocida por quienes disfrutan de dulces involucra al **bicarbonato de sodio** (NaHCO_3), **ingrediente activo en el polvo de hornear**. Los panaderos vigilan la «subida» de sus productos horneados. En pan con levadura, las burbujas de gas dióxido de carbono

no producidas en la fermentación proporcionan la subida. En pasteles y dulces, el dióxido de carbono proviene de la descomposición del bicarbonato de sodio. Este proceso comienza a aproximadamente 80°C , siendo otro ejemplo de descomposición térmica, observable en hornos caseros.

Este proceso es evidente al hacer panal, mezclando azúcar, jarabe y bicarbonato de sodio. Calentando el azúcar y el jarabe, se produce caramelo, y el bicarbonato se descompone al agregarse, generando dióxido de carbono y creando agujeros en la golosina que se mantienen al endurecerse rápidamente.

Esto demuestra claramente que **el proceso de descomposición puede ser sumamente beneficioso**. Y si alguna vez necesitas una excusa para hornear un pastel, una demostración científica de una reacción de descomposición es una muy buena razón.



Figura 4. Aplicaciones en la vida común del peróxido de hidrógeno.



Secretaría de Educación Pública. (2022). ¿Cómo identifico las reacciones de óxido-reducción en actividades experimentales? <https://nuevaescuelamexicana.sep.gob.mx/detalle-ficha/35968/>

López-Munguía A. (s.f.). Cuando el estrés oxidativo nos alcance. ¿Cómo Ves? <https://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/89/cuando-el-estres-oxidativo-nos-alcance>

ARTÍCULO

Los pinos piñoneros en Tamaulipas

Lucero Contreras-Mata y Claudia C. Astudillo-Sánchez



<https://pixabay.com/es/photos/grifo-zirbelkiefernzapfen-4845407/>

Lucero Contreras-Mata. Estudiante del Programa de Maestría en Ciencias, Sistemas Agropecuarios y Medio Ambiente, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Matamoros, Tamaulipas.
a2183010076@alumnos.uat.edu.mx

Claudia C. Astudillo-Sánchez. Profesora e investigadora de la Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Matamoros, Tamaulipas.
ccastudillo@docentes.uat.edu.mx

Resumen

Los pinos piñoneros son árboles adaptados a la escasez de agua que crecen en laderas muy inclinadas de ambientes áridos y con poca precipitación. Sus semillas son comestibles y atractivas para la fauna silvestre que la dispersa por el bosque. En el estado de Tamaulipas (México) se encuentran tres especies: el pino piñonero (*Pinus cembroides*), el piñón prieto (*P. nelsonii*) y el piñonero llorón (*P. pinceana*). Debido a su adaptación a los ambientes áridos y resistencia a la sequía, los pinos piñoneros actualmente aportan información valiosa con respecto a la variabilidad climática de la región donde viven. Sin embargo, sus poblaciones se han visto afectadas por los incendios forestales, la tala excesiva y el sobrepastoreo.

Palabras clave: Peligro de extinción, pinos piñoneros, piñón, Tamaulipas.

RECIBIDO: 10/06/2024; ACEPTADO: 26/08/2024; PUBLICADO: 22/09/2025

¿Qué son los pinos piñoneros?

Los **pinos piñoneros** son árboles bajitos y delgados que **viven en ambientes semiáridos**. A diferencia de sus primos que habitan en las zonas elevadas de las montañas, los pinos piñoneros generalmente **no superan los 10 metros de altura**. En México, los pinos piñoneros se encuentran al pie de las montañas de la Sierra Madre Occidental y Oriental, donde las laderas son muy inclinadas y la lluvia es escasa. Ser árboles chaparritos, en estos ambientes, es una estrategia conveniente, ya que les permite utilizar el agua con moderación.

La mayoría de los pinos producen semillas que son pequeñas, ligeras y tienen una estructura membranosa en forma de ala que les ayuda a dispersarse por medio del viento. Pero los pinos piñoneros son un punto y aparte, así que **producen semillas grandes, pesadas y carentes de ala**. A estas **semillas se les conoce como piñón**, de ahí que adquieran su nombre común de pinos piñoneros. Los piñones son sabrosos, nutritivos y, por lo tanto, **atractivos para la fauna silvestre y para el consumo humano**, quienes actuamos como los dispersores de estas semillas. En los bosques de pinos piñoneros de Tamaulipas, las aves, particularmente las charas (*Aphelocoma wollweberi*) y los **mamíferos** de diversas especies, algunos tan grandes como el **oso negro** (*Ursus americanus*), se alimentan de los piñones y **se encargan de repartirlos por donde pasan**, permitiendo que las semillas germinen y se mantenga vivo este tipo de bosque.

¿Cómo llegaron a México?

Los pinos **llegaron al continente americano hace millones de años**, cuando el ambiente era muy frío en el hemisferio norte. Esto ocasionó que se formara un puente de hielo entre Asia y Améri-

ca, conocido como el estrecho de Bering. Fue entonces cuando algunas especies de pinos **migraron hacia el sur, por lo que ahora es Canadá, Estados Unidos y México**. Durante esa larga migración, los pinos se fueron adaptando a las condiciones ambientales que dominaban en cada región, desarrollándose así nuevas especies.

Fue en **México** donde se **presentó la mayor explosión de especies nuevas de pinos**, debido a los constantes cambios en el clima y a la formación de la Sierra Madre Oriental (hace 80 a 40 millones de años) y la Sierra Madre Occidental (hace 35 a 15 millones de años). Al final del Eoceno (37 a 30 millones de años), las condiciones ambientales se tornaron estacionales y secas, lo que propició que al pie de las montañas se desarrollaran especies de pinos tolerantes a la sequía; esto dio lugar al gran surgimiento de los pinos piñoneros en México.

¿Qué especies de pinos piñoneros se encuentran en Tamaulipas?

Tamaulipas es un estado del norte de México, en cuya porción suroeste se encuentra la Sierra Madre Oriental. Su territorio alberga tres especies de pinos piñoneros: ***Pinus cembroides***, conocido simplemente como **pino piñonero**, debido a la popularidad comercial de sus piñones; ***Pinus nelsonii***, a quien se le conoce como **piñón prieto** debido a que sus piñones presentan una cáscara más oscura, y ***Pinus pinceana***, conocido como **piñonero llorón** por la forma peculiar de sus ramas y hojas que son colgantes.

Los **pinos piñoneros** en Tamaulipas **pueden formar bosques puros o mixtos**. Por ejemplo, *P. cembroides* que es la especie de mayor distribución, puede asociarse con *P. nelsonii*. Sin embargo, *P. pinceana* no se junta con ninguno de ellos y prefiere



Conos de pinos piñoneros que crecen en Tamaulipas. Fotografía: Alejandro Barrón-García.

crecer en las laderas más inclinadas de la sierra, siempre viendo hacia el norte.

Importancia de los pinos piñoneros

Los **pinos piñoneros** son tan singulares que **viven dentro de los ambientes más secos** en el mundo para el crecimiento de los pinos. Estos guerreros de la sequía logran formar bosques en las zonas semiáridas de México, y no solo son importantes por el beneficio ecológico que aportan al **retener el suelo**, servir como **refugio de la fauna** silvestre y por la **regulación del clima** regional, sino también por su función como **fuentes de alimento**.

Los pinos piñoneros y las poblaciones humanas han mantenido una relación estrecha desde hace miles de años, donde los piñones han formado parte de la alimentación de las personas en muchas regiones semiáridas del norte de México. Para muchas familias que viven cerca de los bosques de pinos piñoneros, **la recolección y venta de piñones es una actividad que sustenta su economía**. Sin embargo, de las tres especies mencionadas aquí, solo *P. cembroides* tiene una demanda importante en el mercado debido a que el piñón es más blando que los otros dos.

Los pinos piñoneros **pueden alcanzar edades centenarias** y resistir las más inclementes condiciones climáticas, como sequías y heladas. Gracias a esto es posible **utilizarlos en los planes de reforestación y en programas de cultivo** que contri-

buyen a la comercialización del piñón. Debido a su adaptación a los ambientes áridos y resistencia a la sequía, los pinos piñoneros **aportan información valiosa con respecto a la variabilidad climática de la región donde viven**, gracias a sus anillos de crecimiento anual. La ciencia que lo hace posible es la dendrocronología, la cual ha demostrado que **el grosor de los anillos de crecimiento de los pinos piñoneros se puede relacionar con la cantidad de lluvia que precipita cada año en la región**. De este modo es posible determinar la frecuencia y la duración de las sequías en la zona, información que puede ayudar a planificar las actividades agrícolas, pecuarias y forestales.

¿Por qué son poco conocidos?

Para los humanos, **un paisaje árido con árboles bajos y dispersos, donde las temperaturas son extremas, no es atractivo**. Todos queremos visitar un lugar con mucha sombra, donde el agua esté disponible. Si hablamos de pinos, esperamos ver aquellos tan altos que se pierdan entre las nubes, solo que, como ya se describió, los pinos piñoneros son todo lo contrario. Esto ha llevado a que exista poco interés e información sobre su crecimiento y distribución. Además, **no tienen un aprovechamiento maderable debido a su tamaño** y solo *P. cembroides* es el más apreciado por su valor económico. Por lo anterior, es fácil deducir el porqué la mayoría de los pinos piñoneros **han queda-**



Bosque de pinos piñoneros, suroeste de Tamaulipas. Fotografía: Lucero Contreras-Mata.



Árboles de pinos piñoneros. Fotografía: Claudia C. Astudillo-Sánchez.

do fuera de investigaciones e inversiones para su conservación.

¿Qué pone en peligro a los pinos piñoneros?

El ambiente donde viven los pinos piñoneros es susceptible a los incendios forestales. El inicio del fuego, por lo regular, se debe al **descuido de las actividades humanas**, pero también por el **aumento de la temperatura y la disminución de las lluvias**. La **deforestación**, para abrir espacios de uso agropecuario, es otra causa importante que ha llevado a la disminución de las poblaciones de los pinos piñoneros. Por último, aunque estos árboles no tienen un aprovechamiento maderable, su **uso indiscriminado como postes y leña** podría igualmente disminuir los bosques de piñoneros.

Actualmente, **dos de las tres especies de pinos piñoneros** que se encuentran en Tamaulipas **están en peligro de extinción**. El **piñón prieto** (*P. nelsonii*) y el **piñonero llorón** (*P. pinceana*) se encuentran dentro de esta categoría debido a que **poseen poblaciones reducidas, dispersas y muy localizadas**. Por ejemplo, al piñón prieto le gusta establecerse en las zonas de mayor elevación hasta donde puede llegar combinado con el matorral

xerófilo; mientras que, al piñonero llorón, le gustan las zonas de menor elevación que estén menos expuestas a la radiación solar, como las laderas con cara norte.

Las dos especies en peligro de extinción son evidencia viva de la vegetación que prosperó en el pasado frente a los cambios en el clima. El guerrero más ancestral que hizo frente a las sequías es el **piñón prieto**, que **se estima existe desde hace 23 millones de años**. Prácticamente, es el abuelito de los pinos piñoneros. Por su parte, el **piñonero llorón** es el último guerrero en la zona, cuya especie **derivó hace cinco millones de años**. Sería una gran tragedia ecológica perderlos.

¡Quiero cuidarlos! ¿Qué hago?

Conservar a los pinos piñoneros es posible si tomamos **conciencia de la importancia ecológica que tienen**. No solo sirven de refugio para otras especies de plantas, sino también para los animales del bosque que, además, se alimentan de ellos. Los pinos piñoneros que están en peligro de extinción (*P. nelsonii* y *P. pinceana*) **son endémicos de México**, es decir, no se encuentran en ningún otro lugar del mundo, por lo que **crear un sentido de pertenencia** con estos pinos tan extraordinarios genera la necesidad de cuidarlos, ya que forman parte de paisajes únicos en el mundo.



García-Aranda M., Méndez-González J. y Hernández-Arizmendi J. (2018). Distribución potencial de *Pinus cembroides*, *Pinus nelsonii* y *Pinus culminicola* en el Noreste de México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 5(13), 3-13. <https://era.ujat.mx/index.php/rera/article/view/1396/915>

Martínez-Ávalos J.G., Sánchez-Castillo C., Martínez-Gallegos R., Sánchez-Ramos G., Trejo I., Mora-Olivo A. y Alanís E. (2015). Primer registro de *Pinus Pinceana* (Pinaceae)

para Tamaulipas: Aspectos ecológicos y estructurales. *Botanical Sciences*, 93(2), 875-882. View of First record of *Pinus pinceana* (Pinaceae) in Tamaulipas: ecological and structural aspects (botanicalsciences.com.mx)

Sánchez-González A. (2008). Una visión actual de la diversidad y distribución de los pinos de México. *Madera y Bosques*, 14(1), 107-120. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712008000100008

ARTÍCULO DE PORTADA

Animales venenosos: Mortalmente terapéuticos

Luis Gerardo Ortega-Pérez y Luz Oralia Beltrán-Cázares





Fotografía: Miguel Gerardo Ochoa Tovar



Image by kuritafsheen77 on Freepik

Resumen

Los venenos, constituidos por diversas clases de moléculas con una amplia variedad de actividades farmacológicas, se derivan de toxinas presentes en organismos terrestres y marinos. Estas sustancias se han convertido en herramientas valiosas en diversos campos, siendo utilizadas tanto en diagnósticos como en la investigación experimental. Son compuestos que no solo desempeñan un papel crucial como herramienta de diagnóstico, sino que también funcionan como moléculas experimentales para validar objetivos terapéuticos, forman parte de bibliotecas de fármacos, sirven como prototipos para el diseño de medicamentos, tienen aplicaciones en la industria cosmeceútica y como agentes terapéuticos.

Palabras clave: Animales, farmacológicos, venenos.

RECIBIDO: 10/06/2024; ACEPTADO: 26/08/2024;
PUBLICADO: 22/09/2025

Los venenos y su potencial uso terapéutico

Los venenos son sustancias con un gran potencial de ser utilizados tanto en diagnóstico clínico como en la investigación experimental, ya que funcionan para validar su uso terapéutico, como fármacos y se aplican en diferentes industrias como la cosmeceútica (cosméticos que cuentan con componentes que se utilizan comúnmente en la industria farmacéutica).

No obstante, para hacer que estas moléculas sean verdaderamente aplicables, es necesario someterlas a investigación básica como **extensos ensayos preclínicos** y en algunos casos, también se requieren **ensayos clínicos para validar aspectos fundamentales**, como el objetivo molecular, el mecanismo de acción, la dosis efectiva, posibles efectos adversos, y otros parámetros fundamen-

tales. Uno de los **ejemplos más conocidos** es el estudio de la **composición química del veneno de la abeja y sus propiedades terapéuticas**, a saber, antiinflamatorias, anticancerígenas, antimicrobianas y su uso en desórdenes neurológicos.

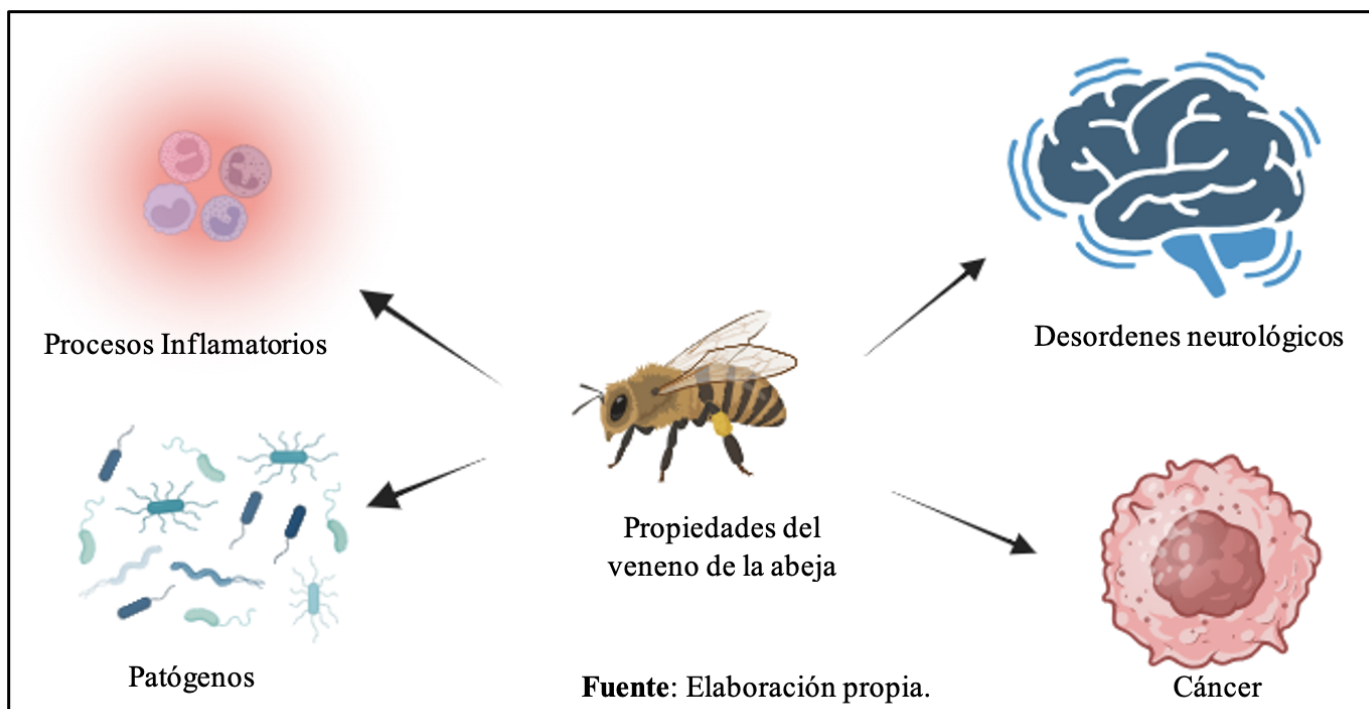
En este contexto, **los animales emergen como una fuente invaluable de esta diversidad de moléculas**. La exploración y la comprensión de los venenos no solo contribuyen al avance de la ciencia, sino que también abren **nuevas posibilidades en el desarrollo de tratamientos médicos y aplicaciones terapéuticas**.

Los animales venenosos **abarcen una variedad de especies**, que van desde los **vertebrados** como los peces, tal es el caso del pez piedra, serpientes como las víboras de cascabel y mamíferos como los ornitorrincos. Por otro lado, los **invertebrados** venenosos comprenden moluscos, como conchas y caracoles conos, arácnidos como las arañas violinistas y los escorpiones, así como insectos tales como abejas y hormigas. Además, **la distribución** de estos animales venenosos **puede ser acuática o terrestre**, dependiendo de su hábitat. Los ejemplos de animales acuáticos incluyen medusas, serpientes marinas y peces venenosos, mientras que los animales terrestres abarcan artrópodos (escorpiones, arañas, avispa) y verte-

brados (serpientes venenosas terrestres), según el entorno en el que crecen y se desarrollan.

Las **sustancias venenosas son secreciones complejas y biológicamente activas**, típicamente liberadas por glándulas que se encuentran en conjunto con agujones, dientes o espinas, **con el propósito de autodefensa o para inmovilizar a sus presas**. Desde un punto de vista químico, estas sustancias consisten en **mezclas heterogéneas de componentes bioactivos**, tales como proteínas, glicoproteínas, péptidos, así como otras entidades químicas como lípidos, iones metálicos y aminoácidos libres. Las proteínas y los péptidos representan la mayor parte de los componentes secos de un veneno. Además, diversos iones metálicos, como el sodio, zinc y calcio, se encuentran presentes en enzimas aisladas de los venenos de serpientes.

Es fundamental resaltar que **la utilización de venenos animales** con propósitos científicos y médicos **debe ser llevada a cabo con extrema precaución y rigurosidad ética**. Es necesario garantizar la seguridad tanto de los investigadores involucrados como del público en general. Este enfoque ético se traduce en la aplicación de protocolos de investigación robustos, la consideración cuidadosa de posibles riesgos y la implementa-



Posibles aplicaciones y uso terapéutico del veneno de abeja.

ción de medidas preventivas para evitar cualquier impacto adverso. La conciencia y el seguimiento de estándares éticos elevados son esenciales para asegurar que el estudio y la aplicación de estos compuestos **beneficien de manera responsable y segura a la comunidad científica y a la sociedad en su conjunto.**

¿Veneno o toxina, son iguales?

«Veneno» y «toxina» son términos relacionados, pero se utilizan en contextos ligeramente diferentes y se refieren a sustancias tóxicas en distintas situaciones biológicas. Si bien, ciertas veces puede resultar un poco confuso el entender estos términos, es importante aclarar las similitudes y las diferencias.

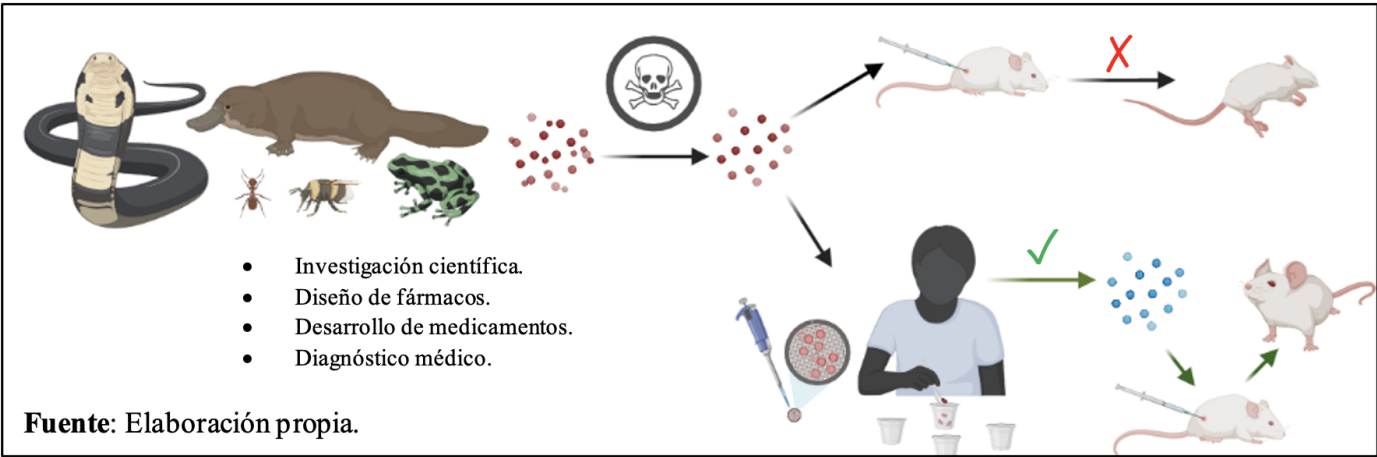
En cuanto a las **similitudes**, podemos referir que tanto los venenos como las toxinas a menudo **tienen un origen biológico**. Los **venenos** son **producidos principalmente por animales**, mientras que las **toxinas** pueden ser **producidas por una variedad de organismos**, como plantas, hongos y bacterias. Además, **los venenos y las toxinas**, son sustancias que **tienen la capacidad de ser tóxicas para los organismos vivos**, incluyendo a los humanos. También los venenos y las toxinas **suelen ejercer su efecto perjudicial mediante la interacción con sistemas biológicos específicos**, como el sistema nervioso o procesos celulares.

Respecto a las **diferencias**, podemos mencionar que los **venenos** suelen ser **entregados de**

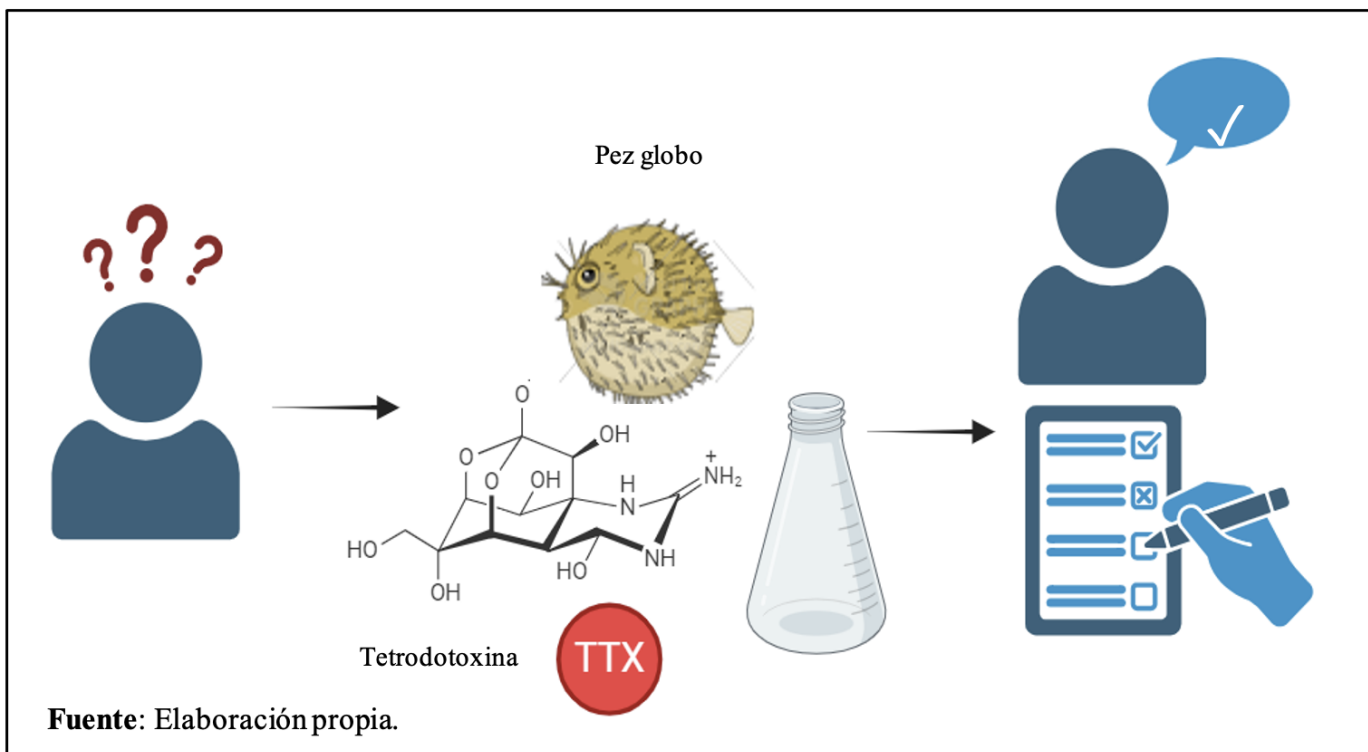
manera activa por el animal venenoso, a menudo a través de mordeduras, picaduras o espinas. Las **toxinas**, por su parte, pueden estar distribuidas en diversas regiones de un organismo y **pueden ser liberadas pasivamente en el entorno** o activamente cuando es necesario.

Sin embargo, la **principal diferencia** radica en el origen específico de estas sustancias, ya que los **venenos** son **sustancias tóxicas producidas por animales** con la intención de **defenderse o cazar**, mientras que las **toxinas** pueden **provenir de plantas, hongos, bacterias y animales**, de esta forma las toxinas pueden ser venenosas, pero no siempre, puesto que algunas toxinas solo son perjudiciales en determinadas condiciones o concentraciones, por lo que tienen diversas funciones biológicas, como la **protección contra depredadores, la captura de presas o la defensa contra microorganismos.**

Algunos ejemplos de toxinas producidas de forma natural por organismos vivos, son la toxina botulínica, proveniente de *Clostridium botulinum*, micotoxinas (en algunos hongos), la ricina de *Ricinus communis* o conotoxinas producidas por algunos caracoles marinos, así como la tetrodotoxina en el caso del pez globo. En resumen, **ambos términos están relacionados con sustancias nocivas para la salud, pero se utilizan en contextos biológicos y químicos específicos.**



Los animales venenosos y la obtención de sus venenos para sus sorprendentes aplicaciones. Desde la biodiversidad de sus venenos hasta su impacto en la medicina y la investigación científica, estas criaturas mortales pueden inspirar avances innovadores en la búsqueda de soluciones médicas y biotecnológicas.



La tetrodotoxina (TTX) presente en el pez globo, suscita la pregunta fundamental: ¿Qué es realmente una toxina? Desde las profundidades marinas hasta su impacto en los seres humanos, cómo estas sustancias pueden influir en la biología y en la salud.

Buenas prácticas de manejo de venenos animales para producir medicamentos

En la singular importancia en la fabricación de antivenenos, **diversos estudios han evidenciado el potencial analgésico, antimicrobiano, antihipertensivo, antiviral, antiparasitario y antitumoral de estas toxinas.** La meta es llevar a cabo un desarrollo apropiado de la investigación conforme a las buenas prácticas. Para lograrlo, es necesario capturar y mantener en cautiverio a los animales venenosos de interés, con el propósito de comprender su biología, evaluar el potencial bioactivo de sus venenos y posibilitar la obtención de materia prima para el desarrollo de nuevos medicamentos.

Propiedades farmacológicas de los venenos

Los venenos derivados de animales representan una fuente valiosa de moléculas con diversas propiedades farmacológicas. El uso ético de venenos animales en investigación y aplicaciones médicas es esencial. La seguridad de los investigadores y del público debe ser una prioridad, lo que implica la implementación de protocolos de investigación robustos, la evaluación cuidadosa de riesgos potenciales y la adopción de medidas preventivas. Al seguir estándares bioéticos, podemos asegurar que la exploración y aplicación de estas sustancias contribuyan de manera responsable al avance científico y al beneficio de la sociedad. La distinción entre veneno y toxina, así como la comprensión de sus similitudes y diferencias, añade claridad al abordar estas sustancias tóxicas.

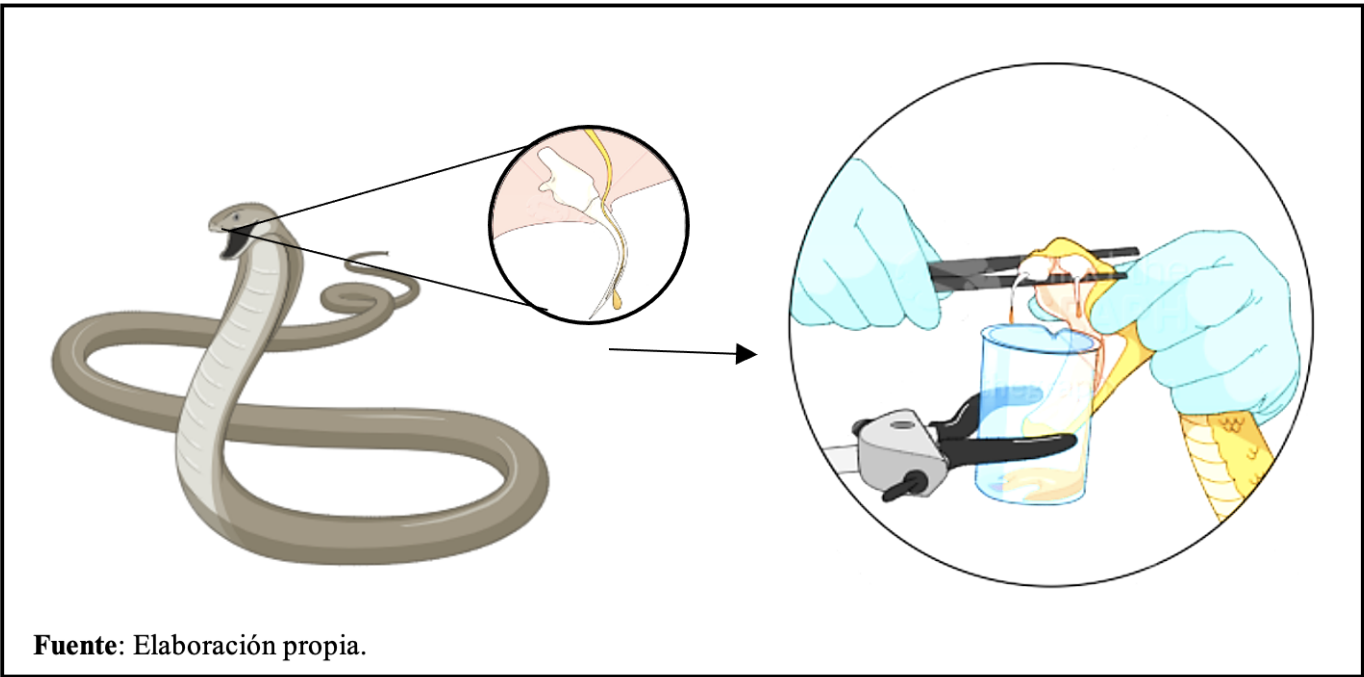


Field-Cortazares J., Calderón-Campos R. y Seijo J.L. (2009). Envenenamiento por pez globo. *Boletín Clínico Hospital Infantil del Estado de Sonora*, 26(1), 28-32. <https://www.medigraphic.com/pdfs/bolclinhosinfson/bis-2009/bis091f.pdf>

Langley L. (S. f). De veneno y picaduras: así funcionan los agujones más sofisticados. *National Geographic*. <https://>

www.nationalgeographic.es/animales/agujones-funcionamiento-mas-sofisticado-veneno-picaduras

National Geographic. (2023). Cómo se fabrica el suero antiofídico, que combate el veneno de serpiente. *National Geographic*. <https://www.nationalgeographicla.com/ciencia/2023/12/como-se-fabrica-el-suero-antiofido-co-que-combate-el-veneno-de-serpiente>



Fuente: Elaboración propia.

En la imagen se muestra la serpiente exhibiendo su colmillo y la glándula venenosa, seguido por la ilustración del procedimiento de ordeño manual para la obtención del veneno.



Luis Gerardo Ortega-Pérez. Biólogo e investigador formado en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), con Licenciatura (2013-

2017), Maestría en Ciencias Biológicas (2018-2020) y Doctorado en Ciencias Biológicas (2020-2024). Su investigación se centra en el análisis de compuestos vegetales y sus efectos sobre la obesidad, el estrés oxidante y procesos inflamatorios, con publicaciones indexadas en revistas especializadas. Como docente en la UMSNH, imparte cátedra en áreas químico-biológicas. Estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, opción Investigaciones Químico Biológicas, Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.

gerardo.ortega@umich.mx

Luz Oralía Beltrán Cázares. Cirujano Dentista egresada de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), Maestría en Cultura Física y Deporte por la Universidad Contemporánea de las Américas y Doctorado en Educación por el Instituto Universitario Contemporáneo de las Américas. Técnico Académico en el laboratorio de Biología y docente con 19 años de experiencia en materias del área de ciencias biológicas, Presidente de la Academia de Biología (2012-2015) y Profesor Propietario de la Comisión Académica Dictaminadora de las áreas de las ciencias Químico-Biológicas (2017-2023) en la Escuela Preparatoria Isaac Arriaga (UMSNH). uz.beltran@umich.mx



ARTÍCULO

Microorganismos que cuidan de las plantas

Marco Antonio Martínez-Luquín y Karla Gabriela Domínguez-González



<https://humusnatural.com/rizobacterias-promotoras-del-crecimiento-vegetal/>

Marco Antonio Martínez-Luquín. Estudiante de la Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
1706178d@umich.mx

Karla Gabriela Domínguez-González. Profesora de la Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
qfb.karla@gmail.com

Resumen

Cuando escuchamos la palabra microorganismo, comúnmente lo relacionamos con algo malo, ya que es bien sabido que muchas enfermedades en plantas y animales son causadas por bacterias, hongos, virus o parásitos. Lo anterior es cierto, pero no todo es malo en cuanto a los microorganismos, puesto que la vida en la tierra, tal y como la conocemos, no podría existir sin ellos. Estos seres diminutos son muy importantes y se encuentran en todas partes, siendo muy pocas las excepciones donde no están presentes. Es más, han habitado el planeta desde hace miles de millones de años, siendo los seres vivos más antiguos que se conocen. Aquí les hablamos de estos muy pequeños organismos que cuidan a las plantas.

Palabras clave: Bacterias, microorganismos, plantas, rizobacterias.

RECIBIDO: 26/02/2024; ACEPTADO: 26/08/2024; PUBLICADO: 22/09/2025

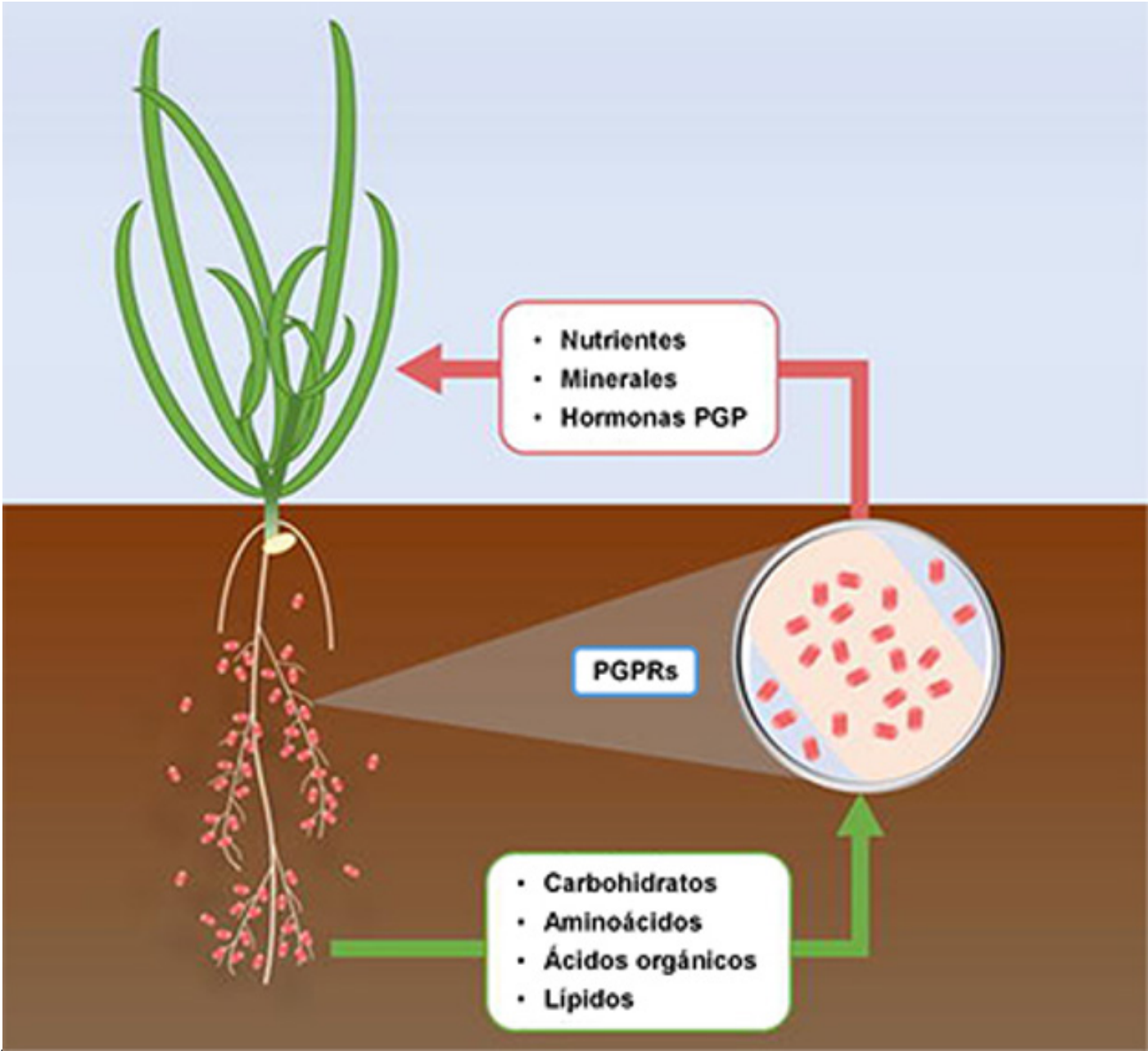
Una de las razones por la cual los microorganismos son tan importantes en la naturaleza es porque se encuentran asociados, de diversas formas, a todos los demás seres vivos que habitan el planeta Tierra. Esta asociación no siempre es negativa; al contrario, tiene un papel fundamental para mantener vivos a otros organismos superiores, por ejemplo, a las plantas.

Relación planta-microorganismo

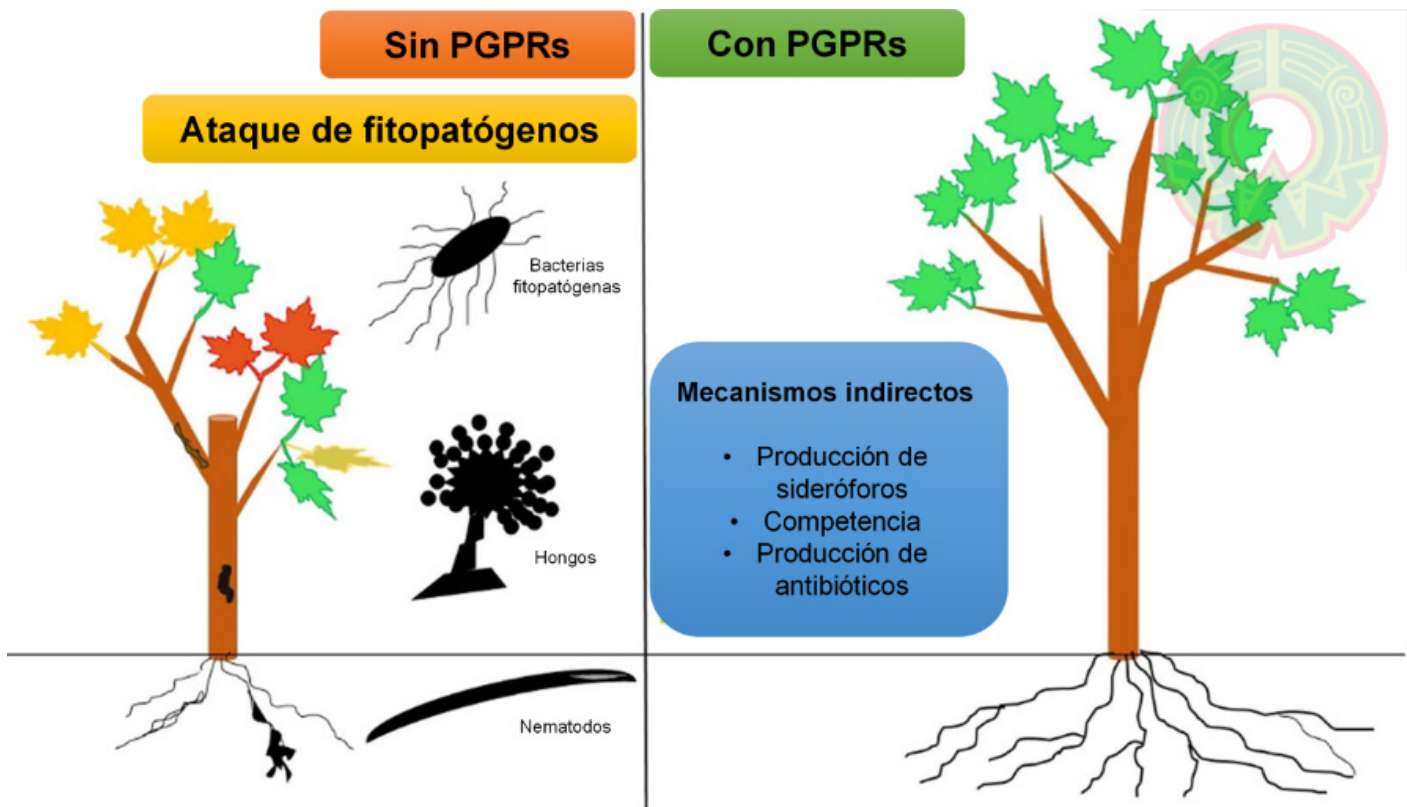
Las plantas y los microorganismos tienen una relación muy estrecha, ya que habitan tanto el suelo donde crecen las raíces (rizosfera), en la parte interna de las plantas (endosfera) y en la zona aérea (flosfera), sitios donde hay una alta actividad de microorganismos. En esta simbiosis, porque mayormente ocurre esta relación, ambos

organismos se benefician: las plantas proveen de diferentes sustratos a los microorganismos para su crecimiento como azúcares, aminoácidos y ácidos orgánicos; mientras que los microorganismos, mediante diferentes mecanismos, mejoran el crecimiento vegetal. En el pasado se creía que estos microorganismos representaban una contaminación en las plantas, pero hoy en día se sabe que son una parte vital para el buen desarrollo de las mismas.

Entre los microorganismos que benefician a las plantas hay un grupo de bacterias que se les conoce como Rizobacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal (PGPR, por sus siglas en inglés *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*), las cuales mejoran su desarrollo y productividad. Entre los géneros que las constituyen se encuentran *Rhizobium*,



bjant92-9-c16c61
rtfqb2:\www.inecol.mx\inecol\index\hpb\62\cf-menun-iteu-s2\cf-menun-iteu-s2\T3-cienci9-mo\T3eo-1a2-pacteti92-due-9yud9u-9-1a2-



<https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/1360-las-bacterias-que-ayudan-a-las-plantas-a-crecer>

Pseudomonas, *Azospirillum*, *Actinoplanes*, *Agrobacterium*, *Azobacter*, *Bacillus*, *Arthrobacter*, *Burkholderia* y *Streptomyces*, entre otros.

¿Cómo es que los microorganismos cuidan de las plantas?

Para un adecuado desarrollo de las plantas se requieren nutrientes, agua, luz y aire, así como de un espacio para crecer; asimismo, las plantas se encuentran expuestas a microorganismos patógenos que pueden causarles enfermedades. **Las PGPR favorecen el desarrollo vegetal**, ayudando, precisamente, a mejorar las condiciones en las que va a crecer la planta, **mediante mecanismos directos e indirectos**.

En cuanto a los **mecanismos directos**, estos tienen que ver con la **asimilación de nutrientes** por parte de la planta y la **producción de sustancias que estimulan el crecimiento**, conocidas como fitohormonas. Dentro de estos efectos directos encontramos: fijación del nitrógeno atmosférico, producción y síntesis de sideróforos, solubilización de fosfatos y síntesis de fitohormonas.

Ayudan a las plantas a asimilar nutrientes

Existen **nutrientes que no se encuentran disponibles para las plantas**, como el **fósforo** (fi-

jado en el suelo), el **nitrógeno** (forma atmosférica) y el **hierro** (forma insoluble y no es posible su aprovechamiento por parte de la planta). Estos nutrientes son esenciales, por lo que deben ser transformados a formas asimilables para que la planta los pueda aprovechar. **Las PGPR ayudan a asimilar estos nutrientes** mediante la fijación del nitrógeno atmosférico y la solubilización de fosfatos del suelo para, de esta manera, tenerlos en formas disponibles y que las plantas los utilicen para su adecuado crecimiento.

En cuanto al hierro, como se mencionó anteriormente, este se encuentra en forma insoluble y, para su aprovechamiento por parte de las plantas, las bacterias juegan un papel importante, ya que algunas son capaces de **producir sustancias conocidas como sideróforos**, moléculas que tienen una **estructura química muy compleja y que son capaces de atrapar al hierro** y, mediante diversos mecanismos, **llevarlo al interior de la planta** para que sea utilizado como nutriente.

Al igual que en los humanos, **las plantas sintetizan unas sustancias que regulan el crecimiento de las diferentes partes que la conforman**. A estas sustancias se les conoce como **hormonas vegetales o fitohormonas** y existen diferentes de ellas, entre las cuales se encuentran las auxinas, las

citocininas, las giberelinas y el etileno, principalmente. Además de las síntesis por parte de la planta, las bacterias benéficas también son capaces de sintetizar estas fitohormonas, mejorando así el crecimiento vegetal. Bacterias del género *Bacillus* son capaces de sintetizar auxinas, las cuales funcionan como promoción del crecimiento vegetal, principalmente de las raíces. Además, el género *Serratia* es capaz de disminuir a la fitohormona etileno en la planta, sustancia que en grandes cantidades puede dañar a la planta, ya que acelera su senescencia, es decir, su envejecimiento.

Defienden a las plantas de patógenos

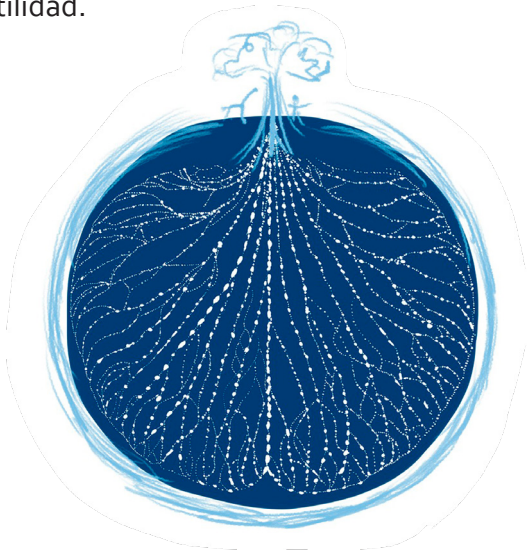
Los **mecanismos indirectos**, mediante los cuales las **PGPR** promueven el crecimiento, tienen que ver principalmente con la **defensa ante los diferentes patógenos que pueden enfermar a las plantas**. Algunos microorganismos benéficos asociados a las plantas son capaces de **sintetizar compuestos con actividad antimicrobiana** (antibióticos), compuestos volátiles, y enzimas degradadoras (glucanasas, lipasas, quitinasas, proteasas, celulasas); todas estas sustancias son capaces de dañar y eliminar a los diferentes patógenos que afectan a las plantas y, de esta forma, las defienden de patógenos, evitando que se enfermen. Además, otra forma en la que pueden ayudar a las plantas contra patógenos es mediante **la competencia por los nutrientes**, por ejemplo, la síntesis de los ya mencionados sideróforos, ya que, mediante este mecanismo, el hierro se encuentra disponible principalmente para la planta y no para el microorganismo dañino.

También las **PGPR**, mediante la liberación de diversos compuestos, **son capaces de estimular el sistema de defensa de las plantas** para que cuando llegue un patógeno en el futuro, **la respuesta de defensa por parte de la planta sea más rápida** y de esta manera sea eliminado antes de causar daños significativos. Bacterias de los géneros *Pseudomonas* y *Bacillus*, además de algunos hongos como *Trichoderma* y *Gliocadium* son microorganismos benéficos que defienden a las plantas contra patógenos.

Aprovechamiento en la agricultura

El conocimiento de las **Rizobacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal**, y los mecanismos mediante los cuales mejoran el desarrollo de las plantas, las ha vuelto una **alternativa interesante para su uso en la agricultura**, ya que el uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas de origen químico termina afectando a los propios cultivos y al medioambiente, así como la salud de animales y de humanos. Además, puede llegar a ser una alternativa más económica y con mejores rendimientos que si se utilizan fertilizantes sintéticos.

Hoy en día, gracias a la biotecnología y a los avances en biología molecular, se pueden manipular genéticamente estos microorganismos para mejorarlos y que sean de mayor utilidad.



Moreno-Reséndez A., Carda-Mendoza V., Reyes-Carrillo J.L., Vásquez-Arroyo J. y Cano-Ríos P. (2018). Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: una alternativa de biofertilización para la agricultura sustentable. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 20(1), 68-83. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/73707/pdf>

Cano M.A. (2011). Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseu-*

domonas spp. Una revisión. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 14(2), 15-31. <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/771/845>

Camelo M., Vera S.P. y Bonilla R.R. (2011). Mecanismos de acción de las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 12(2), 159-66. <https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/227/233>

ARTÍCULO

Si los microorganismos se estresan,
¿son los malos del cuento?

Víctor Meza-Carmen y Martha Isela Ramírez-Díaz



https://www.freepik.com/free-photo/collage-medical-issue-with-blood-stool_78913477.htm#from_view=detail_serie

Víctor Meza-Carmen. Profesor e Investigador del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
victor.meza@umich.mx

Martha Isela Ramírez Díaz. Profesora e investigadora del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
martha.ramirez@umich.mx

Resumen

La naturaleza es un verdadero campo de batalla cuando se trata de la adquisición de los preciados y escasos recursos; esto incluye al ser humano. En el caso de los microorganismos, combinan diferentes estrategias para adquirir y utilizar las diversas fuentes de alimento y energía. Cuando dichas fuentes abundan, los microorganismos pueden coexistir con otros en armonía, pero cuando los recursos escasean, hay pocos nutrientes o son de menor valor energético, o el ambiente se vuelve hostil, por ejemplo, por la presencia de metales pesados, de antibióticos, de agentes oxidantes, entre otros, los microorganismos que vivían en armonía pueden reorganizar toda su maquinaria metabólica para ajustarse a las nuevas condiciones de su entorno.

Palabras clave: Estrés, metabolismo, microorganismos, supervivencia.

RECIBIDO: 11/02/2024; ACEPTADO: 03/07/2024; PUBLICADO: 22/09/2025

¿Cómo reacciona un microorganismo ante un cierto tipo de estrés?

En el proceso de reorganización, cuando los microorganismos se encuentran ante un tipo de estrés, toda su maquinaria metabólica se ajusta a las nuevas condiciones de su entorno, consiguiendo resistencia a los diferentes tipos de estrés, entendiendo el estrés como el cambio brusco y agresivo en el medioambiente en donde están creciendo estos microorganismos.

Este cambio es percibido por cada microorganismo como una potencial amenaza a su supervivencia. Por lo tanto, el microorganismo afronta el estrés modificando ciertos aspectos fisiológicos, como modulando la estructura y la composición de las membranas celulares para mantener su integridad y fluidez, además de modificar las actividades de los transportadores de membrana para controlar el transporte de nutrientes y de iones. Sin embargo, algunas modificaciones pueden afectar la forma en cómo el microorganismo crece, e incluso pueden aumentar la producción de moléculas que ocasionan daño a otros organismos.

Este cambio fisiológico por parte de los microorganismos a las nuevas condiciones en donde están creciendo, lo hacen con el único propósito de sobrevivir a la presencia de estos agentes estresores. En consecuencia, en algunas ocasiones, con tal de protegerse, los microorganismos llegan a producir moléculas que hacen daño a otros organismos vivos, incluido al ser humano.

Puedes imaginar que, mientras lees estas líneas, en nuestro cuerpo están conviviendo en armonía (sin causarnos daño) microorganismos potencialmente patógenos, es decir, que pueden ocasionarnos alguna enfermedad o daño. Para tratar de explicar, sabemos que en la naturaleza las relaciones buenas/beneficiosas o malas/perjudiciales, no son ni eternas ni tan claras como uno pensaría. Por supuesto, existen microorganismos cuya única interacción con nosotros es perjudicial y nos generan enfermedades, por ejemplo, *Vibrio cholerae*, la bacteria causante del cólera, o *Plasmodium falciparum*, el parásito causante del paludismo. Con ambas enfermedades hemos convivido por milenios, pero los avances en la medicina han contribuido a disminuir las muertes provocadas por estas enfermedades.

Entonces, ¿cuándo un microorganismo puede o no causarnos daño?

Para contestar esta pregunta, te hablaremos primero de esos otros microorganismos que exhiben una interacción ambigua con el humano, esto es, a veces nos causan daño y en otras ocasiones conviven en armonía con nosotros. Un ejemplo es el hongo llamado *Candida albicans*, que en la mayoría de nosotros está presente, principalmente en las mucosas, como las de la boca, de los genitales, e incluso en el intestino. Sin embargo, *Candida*



https://www.freepik.com/free-vector/hand-drawn-probiotics-prebiotics-illustration_58420882.htm#query=salmonella%20intestino&position=9&from_view=search&track=ais&uuiid=c22a6f75-453c-43cb-9471-96e61f324e54



https://www.freepik.com/free-photo/close-up-examination-with-tongue-depressor_5048416.htm#query=Candida%20en%20boca&position=44&from_view=search&track=ais&uuid=b792ff2c-5df4-4ab3-9317-729b50cf5ee8

no causa ningún problema para la mayoría de las personas con las que convive, es un inquilino neutral, aparentemente, ya que vive a expensas de nosotros, pero no le causamos un problema ni él a nosotros. Pero hay que tener en mente que *Candida* habita en nuestras mucosas con otros microorganismos, como algunas bacterias que mantienen a raya la población de *Candida*, es decir, existe un tipo de control poblacional entre estos microorganismos.

Pero el problema ahí está, ya que en ciertas situaciones, como el uso exagerado de antibióticos, cambios hormonales (especialmente en mujeres), o el uso inadecuado de jabones no apropiados para uso en mucosas genitales, se pueden generar cambios en la población de bacterias de las mucosas, conduciendo a la eliminación o disminución de las bacterias benéficas que mantenían en control a *Candida*, dejando el camino libre para que este hongo aumente su población y, por ende, genere algunas molestias como la candidiasis genital. Es entonces cuando puede causarnos daño.

Existen otros microorganismos que pueden llegar a nuestro cuerpo y pasar desapercibidos, sin generar daño, pero si se encuentran con un paciente con enfermedades como la diabetes descontrolada (cetoacidóticos), los microorganismos pueden ocasionar daño. En comparación con una persona sana, estos pacientes producen una mayor cantidad de moléculas inestables que contienen oxígeno, llamadas especies reactivas de oxígeno, que reaccionan fácilmente con otras moléculas de la célula. Estas moléculas oxidantes, además de generar daño al paciente que las sobreproduce, también generan un estrés oxidante a ciertos microorganismos, los cuales, para sobrevivir, aumentan la producción de enzimas que neutralizan el estrés oxidativo, pero, a su vez, estas enzimas ayudan a los microorganismos en la evasión de sistema inmune del paciente, lo que aumenta la agresividad de los microorganismos. Y de nuevo, es cuando nos causan daño.

Otro ejemplo, son algunas especies de *Salmonella*, bacterias causantes de la salmonelosis,



https://www.freepik.com/free-photo/collage-medical-issue-with-blood-stool_78913550.htm#query=collage-medical-issue-with-blood-stool&position=o&from_view=search&track=sph&uuiid=do64a3b1-bb33-4a72-9ce4-705coeaofbfb

enfermedad que se caracteriza por la aparición brusca de fiebre, dolor abdominal, diarrea, náusea y vómitos que, **en respuesta a alguna condición de estrés, son más perjudiciales o dañinas para el huésped**, debido a que producen dos proteínas llamadas SpvB y SpvC, con las que aumentan su virulencia, es decir, la capacidad de la bacteria de causar daño. Estas proteínas también son producidas cuando la bacteria se encuentra en un ambiente con **limitación de nutrientes**, sugiriendo

que la habilidad de *Salmonella* para sobrevivir en condiciones con limitación de nutrientes, **influye directamente en la capacidad de virulencia de la bacteria** permitiendo persistir en el huésped.

Como podrás darte cuenta, **los microorganismos también pueden atravesar por periodos de estrés**, pero a pesar de ser tan pequeños, en comparación con el humano, **cuentan con habilidades que les permiten sobreponerse** y afrontar este tipo de situaciones, aunque para ello tengan que convertirse en los malos de la historia.



Guiney D.G. y Fierer J. (2011). The role of the *spv* genes in *Salmonella* pathogenesis. *Front Microbiol.*, 14(2), 129. <https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2011.00129/full>

López-Simarro F., Redondo-Margüello E., Mediavilla-Bravo J.J., Soriano-Llora T., Iturralde-Iriso J. y Hormigo-Pozo A. (2019). Prevención y tratamiento de la enfermedad infecciosa en personas con diabetes. *Semergen*,

45(2), 117-127. https://www.academia.edu/81346265/Prevenci%C3%B3n_y_tratamiento_de_la_enfermedad_infecciosa_en_personas_con_diabetes

Peman J. y Quindós G. (2016). Aspectos actuales de las enfermedades invasoras causadas por *Candida* y otros hongos levaduriformes. *Revista Iberoamericana de Micología*, 33(3), 133-139. <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-iberoamericana-micologia-290-pdf-S1130140615000765>

ARTÍCULO

De cuerda a mezcal: El henequén

Elia Ballesteros-Rodríguez y Lorenzo Felipe Sánchez-Teyer

<https://pixabay.com/es/photos/agave-planta-verde-suculento-3561243/>

Elia Ballesteros-Rodríguez. Investigadora Posdoctoral SECIHTI, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., Unidad de Biotecnología, Laboratorio de Marcadores Moleculares y Genómica Funcional. Mérida, Yucatán.

ely_br_2002@yahoo.com.mx

Lorenzo Felipe Sánchez-Teyer. Investigador Titular, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., Unidad de Biotecnología. Mérida, Yucatán.

santey@cicy.mx

Resumen

¿Conoces las cuerdas para tender ropa que no son de plástico? Son las que están hechas de fibras naturales que pueden provenir de plantas, algunas de ellas seguramente son de una planta llamada henequén (*Agave fourcroydes*). El henequén es un agave mexicano al que le gusta el clima tropical; crece mejor donde hay mucho sol y calor, como en la península de Yucatán. En el interior de cada hoja de henequén hay muchas fibras pequeñas, pero fuertes, que se han utilizado, principalmente, para hacer cuerdas y hamacas.

Palabras clave: *Agave fourcroydes*, cuerdas, fibras naturales, henequén.

RECIBIDO: 10/06/2024; ACEPTADO: 26/08/2024;
PUBLICADO: 22/09/2025

¡La historia del henequén es un subibaja!

¿Has visitado las zonas arqueológicas mayas de Chichén Itzá y Uxmal? Sus impresionantes **pirámides** tuvieron que ser **construidas con la ayuda de cuerdas de henequén para atar y jalar las piedras**. Los mayas también utilizaron el henequén para **elaborar calzados, arcos para cazar y hamacas para dormir**.

¿Y las haciendas henequeneras? Las primeras haciendas en Yucatán fueron construidas por los colonizadores españoles para criar ganado, cultivar maíz y caña de azúcar. Con el paso del tiempo, los hacendados comenzaron a cultivar henequén debido a que los barcos necesitaban muchas cuerdas para atar sus velas. Fue tanta la demanda de la fibra de esta planta que, **a finales del siglo XIX, ¡el henequén se había convertido en el principal cultivo de exportación de México!**

Pero, **¿quién compraba la fibra de henequén?** Durante un tiempo, Yucatán fue el único lugar del mundo que producía henequén y, **Estados Unidos, su mayor comprador**. En ese país, la industria del trigo necesitaba del henequén porque las máquinas empacadoras utilizaban cuerdas para atar las pacas de la cosecha. Aunque la producción de trigo en Estados Unidos necesitaba del henequén yucateco, **toda la economía de Yucatán dependía del cultivo de henequén**. De 1902 a 1915, prácticamente la totalidad de la industria henequenera de Yucatán era controlada por los intereses de la compañía estadounidense International Harvester Company.

El henequén trajo **enormes beneficios económicos a las clases altas de Yucatán**, lo que puedes ver hoy en día en las hermosas mansiones y palacetes que adornan el Paseo de Montejo. **Mérida se modernizó con calles pavimentadas, escuelas y bancos, fue la primera ciudad de México en ser iluminada completamente por electricidad y, también, ciertas partes de Yucatán, principalmente del noroeste, se beneficiaron con la creación de vías del tren y puertos, como Puerto Progreso.**

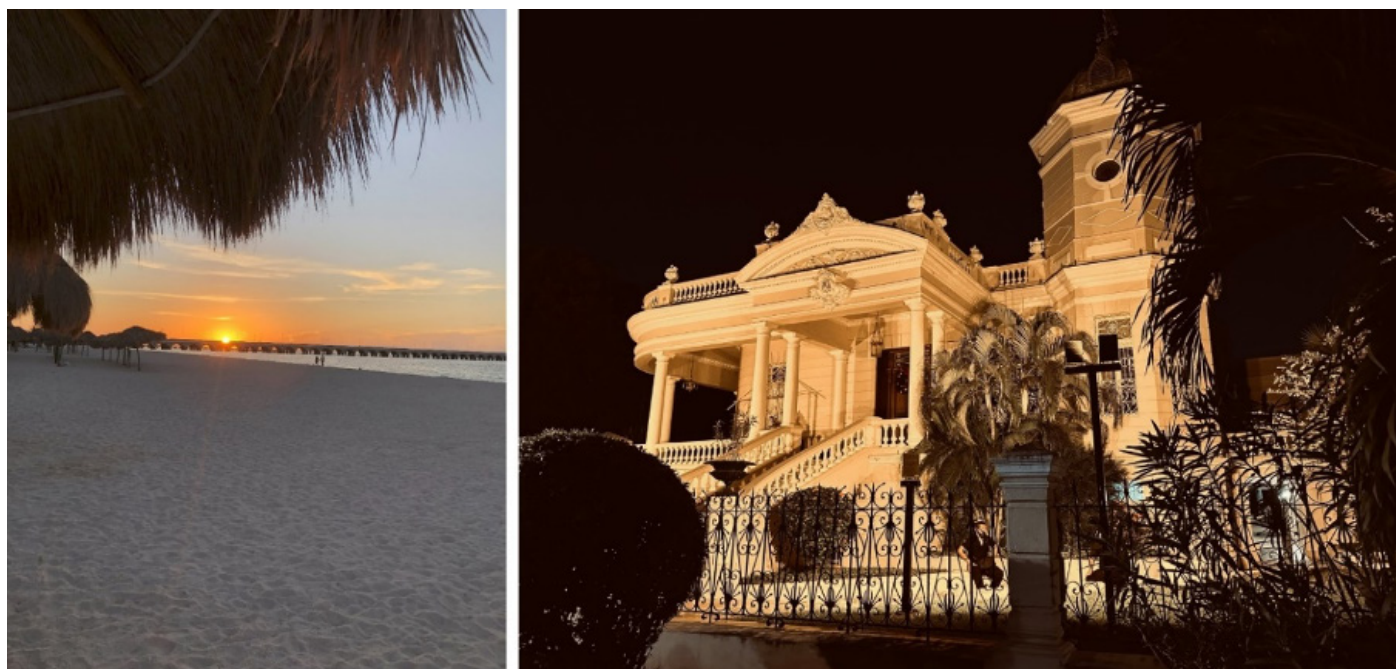
Mientras esto sucedía en las ciudades, **las comunidades rurales de Yucatán perdían sus tierras y pagaban altos impuestos**, los peones de las haciendas henequeneras trabajaban de sol a sol, la mayoría prácticamente como esclavos, eran maltratados, **no podían abandonar las haciendas porque debían los créditos** que les daban los hacendados y no recibían atención médica, el trato era tan cruel que los peones y sus familias eran obligados a cortarse el cabello de cierta manera.

El cultivo de henequén tenía tanto éxito que fue necesario **traer gente de fuera, porque en Yucatán ya no había peones para cubrir la demanda**. Pero la situación de estos trabajadores muchas veces era peor que la de los peones mayas y **muchos murieron por el clima y las enfermedades propias de la península**. La Revolución mexicana llegó a Yucatán en 1915, cinco años después de haber iniciado en el resto del país, y con ella el reinado del henequén llegó a su fin.

La Revolución mejoró las condiciones de trabajo de los peones y les quitó tierras a los hacen-



Fibras de henequén (Agave fourcroydes) en Hacienda Santa Teresa, Yucatán, México. Fotografías: L. Felipe Sánchez-Teyer.



Puerto Progreso y palacete que adorna Paseo de Montejo, reflejando los beneficios económicos del cultivo de henequén en Yucatán. Fotografías: L. Felipe Sánchez-Teyer.

dados, pero cambió la forma de producir y vender henequén, **obligando a Estados Unidos a buscar sustitutos de la fibra en otros lugares**, como África Oriental, la isla de Java, Cuba y Manila de las Filipinas que producían sisal.

Para 1930, los cambios en la sociedad traídos por la Revolución, la competencia y la baja demanda de fibra habían **terminado con la prosperidad del henequén en Yucatán**, convirtiendo al estado en uno de los más pobres del país. La región que alguna vez abasteció la mayor cantidad de fibra de henequén al mundo, **en la actualidad no puede proveer suficiente fibra al resto de México**. El país importa la mayor cantidad de fibra de Brasil, ya que no tiene los recursos para producir henequén a gran escala.

Para todo mal, mezcal

La producción de **fibra de henequén sigue presente en Yucatán**, ahora de manera «integral», lo que significa que se aprovechan los residuos de la producción que, normalmente, eran desechados. El henequén se sigue utilizando para la **fabricación de cuerdas**, pero también se emplea artesanalmente para **elaborar alfombras, tapices, tapetes y hamacas**. Otros usos que se han propuesto para el henequén son: como **abono, alimento de ganado, biogás, pasta de papel, ceras para uso industrial** y para obtener una sustancia química llamada he-

cogenina, que se utiliza en la **industria farmacéutica como anticonceptivo**. El jugo obtenido del desfibrado puede utilizarse también como **biode-tergente** para el lavado **y como emulsionante para combustibles**. Sin embargo, hay un producto de este agave que está hecho para deleitar al paladar.

¿Mezcal de Yucatán? ¡Sí! En México llamamos mezcal a la mayoría de las bebidas alcohólicas que se obtienen de los agaves, aunque estas no cumplan legalmente con la denominación de origen para nombrarse «mezcal». Ya que Yucatán se encuentra fuera de la denominación de origen, **a este destilado se le conoce comercialmente como licor de Izamal o de sisal**. Los primeros intentos por obtener mezcal de henequén fueron realizados por el químico francés Charles Lassus a principios del siglo XX, pero **fue hasta el 2003** que un grupo de empresarios jaliscienses y yucatecos, con la participación del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), se dio a la tarea de **producir y comercializar la bebida**.

Aunque la producción de este exótico destilado requiere de mayor cantidad de «piñas» (tallos del agave) que la de otros mezcales, su proceso de producción es el mismo. El proceso de elaboración de cualquier mezcal se divide, generalmente, en cinco etapas:

- **Cocimiento.** Puede realizarse en cavidades del



Botella de licor de henequén reposado, exótico destilado, que refleja el legado histórico del agave en la región de Yucatán. Fotografía: L. Felipe Sánchez-Teyer.

suelo, en hornos verticales de mampostería o autoclaves (recipientes parecidos a una olla de presión de cocina). En el cocimiento se procesan los azúcares presentes en las piñas para poder fermentarse.

- **Molienda.** Una vez que las piñas están cocidas, se aplastan o muelen para extraer el jugo que contiene los azúcares del agave de las fibras. Tradicionalmente, los productores artesanales maceran el agave cocido a mano o utilizando una tahona.

- **Fermentación.** Después de la molienda, los azúcares presentes en los jugos son transformados en alcohol por la acción de unos microorganismos conocidos como levaduras, que están presentes en el medioambiente de manera natural. En el caso de los mezcales, a diferencia del tequila, los jugos se fermentan junto con las fibras (bagazo) en algún tipo de contenedor sin que se les añadan levaduras u otras sustancias.
- **Destilación.** El alcohol se separa del jugo fermentado en ollas de barro, alambiques de cobre o de acero inoxidable. Al producto obtenido se le llama mezcal de primera destilación, ordinario o común.
- **Rectificación.** Esta etapa consiste en destilar por segunda vez el mezcal con la finalidad de elevar su contenido de alcohol. La doble destilación es la norma en Oaxaca y en la mayor parte del país.

El licor de henequén o de sisal **se produce**, principalmente, **en el municipio yucateco de Izamal**. Como a todo buen mezcal según su agave, el henequén le da un sabor y aroma característicos. Su contenido de alcohol va del 35 al 40 % y, dependiendo de su tiempo de maduración, **se divide en las categorías de blanco, reposado o añejo**.

Ya lo sabes, en tu próxima visita a Yucatán, considera que la mayor parte de la historia de este estado ha girado en torno al noble agave del que se puede obtener cuerda y mezcal, su majestad el henequén.



El Universal. (2023, 3 de enero). <i>Deliciosa bebida se prepara con el «oro verde» de Yucatán</i> [en línea]. https://sipse.com/novedades-yucatan/licor-de-henequen-sisal-alcohol-yucatan-439416.html Financiera Rural. (2011). <i>Monografía del Mezcal</i>. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial, Dirección Ejecutiva de Análisis Sectorial, 1-5 p.	https://embamex.sre.gob.mx/belice/images/stories/docs/mezcal.pdf Rioux N. (2014). <i>The Reign of «King Henequen»: The Rise and Fall of Yucatán's Export Crop from the Pre-Columbian Era through 1930</i>. Bates College. SCARAB, Honors Theses. 106. https://scarab.bates.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1107&context=honorstheses
--	--

ARTÍCULO

El impacto del glifosato en México. Un debate crucial

Gerardo Solís-González y María Carmen Bartolomé-Camacho



https://www.freepik.com/free-ai-image/tractor-spraying-pesticides-vineyards-tuscany-italy_137441805.htm#fromView=search&page=1&position=43&uuid=48b3a6ce-3427-4e7d-b9be-3f644e81782e>Image by WangXiNa on Freepik

Gerardo Solís-González. Estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, Laboratorio de Toxicología Ambiental, Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
gerardo.solis@umich.mx

María Carmen Bartolomé Camacho. Profesor e investigador, Laboratorio de Toxicología Ambiental, Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
carmen.bartolome@umich.mx

Resumen

El glifosato, herbicida ampliamente usado en la agricultura, genera un debate crucial en México. Fue introducido por Monsanto en los años 70, con eficacia en la eliminación de hierbas que se relacionan con cultivos transgénicos como la soya. Aunque es clave para la agricultura moderna, preocupa su impacto ambiental, especialmente en la contaminación del agua y la resistencia de arvenses. La controversia acerca de su impacto en la salud humana incluye posibles vínculos con el cáncer; mientras las agencias reguladoras han declarado su seguridad, otras cuestionan la objetividad de estas evaluaciones. En México, el debate sobre su prohibición se centra en los riesgos ambientales y para la salud. Es destacable mencionar que es necesario llevar a cabo investigaciones más sólidas para determinar la aplicación de este herbicida.

Palabras clave: Agricultura, glifosato, herbicida.

RECIBIDO: 03/06/2024; ACEPTADO: 09/07/2024; PUBLICADO: 22/09/2025

El **glifosato**, un herbicida ampliamente utilizado en la producción de alimentos, ha estado en el **centro de numerosos debates en todo el mundo** debido a sus efectos en el medioambiente, en la salud humana y, en especial, en la agricultura, debido a su **relación con plantas genéticamente modificadas**. México, como uno de los principales países agrícolas, no es ajeno a esta discusión. En este artículo, explicaremos en detalle qué es el glifosato, cómo afecta al medioambiente y a la salud, su papel en la agricultura y las posibles implicaciones de su prohibición en el país.

El glifosato, ¿qué es y cómo funciona?

El **glifosato** es un **herbicida ampliamente utilizado para controlar los arvenses** (del latín *arvensis*, plantas sin valor económico en la producción agrícola que perturban, impiden, encarecen o merman el desarrollo normal, rendimiento o calidad de los cultivos) en jardines, áreas públicas y cultivos agrícolas. **Fue introducido por Monsanto en la década de 1970 bajo el nombre comercial de «Roundup»**. La popularidad del glifosato se debe a su eficacia para eliminar una amplia variedad de arvenses y su **capacidad de ser utilizado en cultivos transgénicos resistentes al herbicida**.

El mecanismo de acción del glifosato es bastante singular. **Actúa inhibiendo una enzima llamada EPSPS** (5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintasa), **esencial para la síntesis de aminoácidos en las plantas**. Al bloquear esta enzima, el herbicida interrumpe la producción de aminoácidos, lo que lleva a la muerte de las plantas que dependen de ellos para su crecimiento. Debido a esta acción específica, **el glifosato se considera un herbicida de amplio espectro**, lo que significa que puede eliminar una amplia gama de arvenses.

Impacto en el medioambiente. Desafíos de la contaminación

Uno de los principales problemas ambientales asociados con el glifosato es su **tendencia a contaminar los suelos y las aguas**. Cuando se aplica el herbicida en los campos, parte de él puede escurrir hacia los cuerpos de agua cercanos, **lo que plantea riesgos para la fauna acuática y la calidad del agua**. Además, el glifosato **puede persistir en el suelo durante periodos prolongados**, lo que contribuye a la acumulación a lo largo del tiempo.

La contaminación por glifosato ha sido detectada en ríos, arroyos y cuerpos de agua subterráneos en diversas partes del mundo, lo que genera





preocupaciones sobre su impacto en los ecosistemas acuáticos. Se han observado **efectos adversos en la vida acuática, como la disminución de la biodiversidad y la mortalidad de peces y anfibios.**

Los **cultivos** tratados con glifosato pueden **contener trazas de herbicida**, que luego se **transmiten a los consumidores a través de la cadena alimentaria.** Aunque la cantidad de glifosato en los alimentos suele estar por debajo de los límites de seguridad establecidos por las agencias reguladoras, existe un debate en curso sobre los posibles efectos a largo plazo de la exposición a bajos niveles de glifosato.

Efectos en la salud humana, la gran controversia

El impacto del glifosato en la salud humana es un tema polémico. Algunos estudios han sugerido una **asociación entre la exposición al glifosato y ciertos problemas de salud**, como el desarrollo de cáncer, en particular linfoma no Hodgkin. Sin embargo, **es importante destacar que la relación causal entre el glifosato y el cáncer no se ha establecido de manera concluyente**, y se necesita más investigación para determinar si existe un riesgo real.

Además del cáncer, se han planteado preocupaciones con respecto a otros posibles efectos negativos de la exposición al glifosato, como **trastornos hormonales, daño al ADN y efectos adversos en la salud reproductiva.** Sin embargo, estos hallazgos no son concluyentes y a menudo son objeto de debate en la comunidad científica.

Evaluación de riesgos, ¿una seguridad?

Las agencias reguladoras de todo el mundo han evaluado la seguridad del glifosato en repetidas ocasiones. La **Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA)** y la **Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA)**, entre otras, han llegado a la conclusión de que el **glifosato no representa un riesgo inaceptable para la salud humana cuando se utiliza según las indicaciones.** Sin embargo, algunas organizaciones y defensores de la salud argumentan que estas **evaluaciones** pueden estar **influidas por intereses comerciales** y piden una revisión más exhaustiva de los posibles riesgos del glifosato.

El papel crucial del glifosato en la agricultura moderna

El **glifosato**, con su capacidad para controlar una amplia variedad de arvenses, es una **herramienta muy valiosa para los agricultores**, ya que les permite mantener sus cultivos libres de competidores no deseados. Además, el glifosato se utiliza en combinación con cultivos transgénicos resistentes al herbicida, como el maíz y la soya, modificados genéticamente. Esto **ha revolucionado la agricultura** al simplificar la gestión de arvenses y **aumentar la eficiencia de la producción**.

El glifosato también **ha contribuido al desarrollo de prácticas agrícolas más sostenibles**, como la agricultura de conservación. Esta técnica implica la reducción de la labranza y la siembra directa, lo que **ayuda a prevenir la erosión del suelo y a conservar la humedad**. Al reducir la necesidad de arar los campos, **el glifosato ha desempeñado un papel fundamental en la adopción de la agricultura de conservación**, que promueve la salud del suelo y la biodiversidad.

Sin embargo, el **uso excesivo e indiscriminado de glifosato** ha llevado al desarrollo de **arvenses resistentes al herbicida en algunas regiones**. Los arvenses resistentes son aquellos que han evolucionado para sobrevivir a la exposición al glifosato. Este problema ha generado preocupaciones sobre

la sostenibilidad a largo plazo de la dependencia del glifosato en la agricultura.

Para abordar este desafío, los agricultores han tenido que recurrir a mezclar el glifosato con otros herbicidas o **adoptar prácticas de manejo de arvenses más integradas**. Esto aumenta los costos y la complejidad de la gestión de arvenses, lo que plantea preguntas sobre la **viabilidad económica de la agricultura que depende en gran medida del glifosato**.

El debate sobre la prohibición en México

En México, el glifosato ha generado un debate político y científico. Mientras que **algunas voces abogan por su prohibición debido a preocupaciones ambientales y de salud**, otros señalan que su papel en la agricultura es crucial para la **seguridad alimentaria del país**.

Aquellos que defienden la prohibición del glifosato en México, se centran en los **riesgos potenciales para la salud y el medioambiente**. Advierten que, dado que México es un país megadiverso, con una gran cantidad de especies en peligro de extinción, es imperativo **proteger su biodiversidad y reducir la contaminación del agua y el suelo**. También indican la necesidad de precaución, argu-



mentando que, incluso si no se ha demostrado de manera concluyente que el glifosato cause daño a la salud humana, es esencial prevenir posibles riesgos y buscar alternativas más seguras.

Por otro lado, los defensores de la agricultura opinan que **prohibir el glifosato tendría graves consecuencias para la producción de alimentos en México**, ya que la agricultura depende en gran medida de esta herramienta y que su prohibición podría llevar a una disminución en la productividad, lo que afectaría la seguridad alimentaria del país. Además, algunos agricultores señalan que las alternativas al glifosato, como otros herbicidas como el glufosinato o la labranza más intensiva, pueden ser más dañinas para el medioambiente y menos sostenibles en términos de conservación del suelo.

Si bien, **alternativas como la eliminación de arvenses por métodos mecánicos** pueden funcionar a pequeña escala en la producción de cosechas para autoconsumo como en un ecuario (del purépecha *ekuarhu*, sistema etnoagroforestal tradicional complejo que puede formar parte de la vivienda), posiblemente **no funcionarían en elementos a gran escala donde se requiere del máximo aprovechamiento de los campos de cultivo** y la menor cantidad de merma para abastecer la demanda mundial de alimentos.

La ciencia y la política, ¿el papel de la verdad?

La ciencia, se suele decir, no debe ser política; debe ser independiente, ajena a los tejemanejes del gobierno. No obstante, **la política y la ciencia a veces colisionan**. En el debate sobre la prohibición

del glifosato en México, destaca la **importancia de basar las decisiones en una evidencia científica sólida**. Es fundamental que las agencias reguladoras y los científicos hagan investigaciones independientes y exhaustivas para evaluar los riesgos y beneficios del glifosato en el contexto mexicano. **Sin embargo, la política desempeña un papel crucial en la toma de decisiones.**

Los legisladores deben **considerar** no solo los aspectos científicos, sino también **las necesidades de la agricultura y la conservación ambiental del país**. Lo malo es que garantizar la independencia de la ciencia, al final, es una decisión política, ya que la decisión de financiarla, con cuánto y cómo, es una práctica política por excelencia. De ahí los actuales conflictos entre determinados gobiernos y campos científicos: los políticos se han dado cuenta de que cuando la ciencia contradice sus ideologías con datos que niegan sus argumentos, estos tienen un modo de contraatacar: presionar política y económicamente hasta amenazar los sistemas científicos en su esencia.

En conclusión, **la toma de decisiones informada y basada en la evidencia científica es esencial para abordar estos desafíos**. Es imprescindible una mayor investigación para comprender mejor los posibles riesgos del glifosato y buscar alternativas sostenibles en la agricultura. Hoy se propone al glufosinato de amonio, pero esta sustancia vuelve a estar carente de un sólido estudio ecotoxicológico. México, como uno de los principales actores en la producción agrícola, desempeñará un papel importante en la determinación de cómo se abordará esta cuestión en el futuro.



Conacyt (2022). Sí, hay alternativas al glifosato. *Manejo ecológico integral de arvenses*, (22), 1-19. https://conacyt.mx/wp-content/uploads/publicaciones_conacyt/boletines_tematicos/MEIA_22_Decreto Eliminacion_gradual_del_glifosato_2020-2023.pdf

Hernández E. (2023, 28 septiembre). Prohibición del glifosato encarecerá alimentos, advierten empresarios agropecuarios. *Forbes México*. [https://www.](https://www.forbes.com.mx/prohibicion-del-glifosato-encarecera-alimentos-advierten-empresarios-agropecuarios/#:~:text=El%20decreto%20presidencial%20que%20proh%C3%ADbe,implementa%20por%20el%20principio%20precautorio.)

[forbes.com.mx/prohibicion-del-glifosato-encarecera-alimentos-advierten-empresarios-agropecuarios/#:~:text=El%20decreto%20presidencial%20que%20proh%C3%ADbe,implementa%20por%20el%20principio%20precautorio.](https://www.forbes.com.mx/prohibicion-del-glifosato-encarecera-alimentos-advierten-empresarios-agropecuarios/#:~:text=El%20decreto%20presidencial%20que%20proh%C3%ADbe,implementa%20por%20el%20principio%20precautorio.)

SEGOB. (2020). *Informe de Avances para el Cumplimiento del Decreto sobre Glifosato*. INFORME_GLIFOSATO_101122.pdf (www.gob.mx)

ARTÍCULO

Huele a quemado

Anahí Aguilera y Víctor Ruíz-García



Image by freepik

Anahí Aguilera. Investigadora Posdoctoral SE-CIHTI, Grupo de Innovación en Ecotecnologías y Bioenergía, Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad. UNAM, campus Morelia. Morelia, Michoacán.
aaguilera@cieco.unam.mx

Víctor Ruíz-García. Investigador por México, SECIHTI. Coordinador del Laboratorio de Innovación y Evaluación en Bioenergía, Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad. UNAM, campus Morelia. Morelia, Michoacán.
vruiz@cieco.unam.mx

Resumen

Mi tía Lin preparaba comida deliciosa en su fogón de tres piedras, pero la exposición diaria al humo de la leña, dañaron su salud. Este peligro aún lo corremos en nuestras casas donde cocinamos con estufas de gas LP o eléctricas, debido a las partículas finas suspendidas en el aire que pueden superar los límites considerados como seguros por la Organización Mundial de la Salud. ¿Cómo podemos saber si el aire que respiramos tiene una adecuada concentración de partículas? Lo ideal sería tener un dispositivo que mida las partículas, aunque eso es poco común en nuestras casas. La buena noticia es que ya tenemos un sensor de partículas en nuestro cuerpo: nuestra nariz. Las partículas provenientes de la combustión las percibimos como un olor a quemado. El riesgo aumenta cuando pasamos muchas horas, por muchos días, respirando grandes cantidades de partículas, como en el caso de mi tía Lin.

Palabras clave: Calidad del aire interior, combustión, contaminación del aire.

RECIBIDO: 10/06/2024; ACEPTADO: 26/08/2024;
PUBLICADO: 22/09/2025

La comida de mi tía Lin siempre ha sido muy aclamada por toda la familia, en especial su atole y sus frijolitos «chinitos», como ella le dice, que son frijoles refritos con manteca. Mi tía es una mujer mayor, que toda su vida cocinó con leña en un fogón de tres piedras. Si alguna vez has visto un fogón encendido, recordarás la cantidad de humo que puede liberar. Desde hace más de una década, mi tía ha presentado problemas de salud en sus pulmones debido a ese humo que respiró durante tantos años.

Cuando la leña se quema, más propiamente dicho, se combustiona, obtenemos el calor que vamos a aprovechar para cocinar o calentar nuestra casa; pero también **contaminantes no deseados como el hollín**, que son las partículas que respiró mi tía durante toda su vida. Estas partículas **se quedan suspendidas o flotando en el aire** y algunas son tan pequeñas que no podemos verlas a simple vista. Son **microscópicas**, tienen diámetros inferiores a los 2.5 micrómetros o micras, **y se les denomina PM_{2.5}**; el cabello humano tiene un diámetro de 60 micras aproximadamente.

El problema con esas partículas pequeñas es que **son respirables**, pueden entrar por nuestra nariz, **llegar a nuestros pulmones y quedar atrapadas ahí**. Nuestros pulmones las retienen como un filtro que, a la larga, comienza a taparse. Sin embargo, no podemos reemplazar nuestros pulmones por unos nuevos, como lo hacemos con los filtros de las aspiradoras, automóviles u otros artefactos. Entonces **nos enfrentamos a problemas de salud**, como mi querida tía Lin.

Mis papás decidieron que mi tía ya no cocinaría con leña y le quitaron su fogón. En contra de su voluntad, pero sabiendo que le haría bien, mi tía comenzó a utilizar **una estufa de gas que produce menos partículas al quemar el gas**, en comparación con el fogón de leña. Con esto en mente, yo me imaginé que, en nuestras casas citadinas, donde tenemos estufas de gas o de inducción eléctrica, como es mi caso, ya no deberíamos tener problemas con esas partículas diminutas flotantes.

Para mi sorpresa, en los últimos meses he tomado más conciencia sobre la presencia de estas partículas PM_{2.5} en mi casa, ya que adquirimos **un purificador de aire que puede medir la cantidad de partículas suspendidas en el aire de la habitación**. Una noche, estábamos asando un bistec en la parrilla de inducción eléctrica que emite muy pocas partículas en comparación con el fogón de leña de mi tía, cuando entré en una habitación cercana donde estaba el purificador, vi que estaba registrando una mala calidad del aire, específicamente, mostraba valores no recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS): superiores a 35 microgramos por metro cúbico de aire (35 µg/m³).

Entonces reflexioné. No solo el combustible y el dispositivo que usemos para cocinar son fuentes de partículas PM_{2.5}, sino que **las prácticas culinarias y los tipos de alimentos son fuentes relevantes para la generación de partículas en nuestras casas**. Por ejemplo, freír o asar son dos formas de cocinar que emiten más partículas que



Humo o partículas suspendidas emitidas por un fogón de tres piedras en una cocina rural.



https://www.freepik.com/free-photo/side-view-mushroom-frying-with-stove-fire-human-hand-pan_7727023.htm#fromView=search&page=1&position=14&uuid=f4d42a5a-5388-4c31-8d98-bc2ff1a89083>Image by 8photo on Freepik

hervir o cocer los alimentos; además, **la comida con altos contenidos de grasas libera más partículas al aire**. Otro asunto para considerar es **la potencia o la intensidad del calor con la que cocinamos**: entre más potencia, más partículas pueden ser liberadas.

Por desgracia, no solo la cocción de alimentos es una fuente de PM2.5 en nuestras casas. Alguna otra noche estaba luchando contra un pequeño zancudo que no dejaba dormir a mi hijo. Cansada de no poder atraparlo, se me ocurrió poner una laminilla para ahuyentar mosquitos. Después de unos minutos empezó el olor típico que ahuyenta a los insectos voladores. Para mi sorpresa, el purificador de aire también comenzó a registrar valores de PM2.5 no recomendados por la OMS. Entonces, corrí a desconectar la laminilla y me percaté de cómo la presencia de partículas en la habitación comenzaba a descender. **Quemar inciensos y laminillas para disminuir la presencia de zancudos es otro ejemplo de generación de partículas al ambiente**.

Durante estos meses pasados, me pregun-

taba si todos deberíamos tener un sensor de partículas en nuestra casa para garantizar una buena calidad del aire interior, como algún electrodoméstico de bajo costo y fácil manejo, con una visualización amigable que nos haga saber cuándo estamos en ambientes no seguros; incluso debería tener una alarma para alertarnos cuando haya niveles peligrosos de partículas. Eso sería ideal, pero creo que es poco viable en la actualidad, ya que implica costos y se requiere que haya interés por parte de los usuarios.

La buena noticia es que ¡Ya tenemos un sensor en nuestro cuerpo!

Este nos **permite percibir cuando hay muchas partículas en el aire**; evidentemente, no mide la concentración o cantidad de partículas, no nos ofrece un número de referencia, pero puede detectar la presencia de este contaminante. Ese sensor es **nuestra nariz**. ¿Cómo puede percibir las partículas? Al menos las partículas provenientes de la combustión, la nariz **las percibe como un olor a que-**

mado. Cuando te des cuenta de que el ambiente huele a quemado, será mejor revisar qué pasa y ventilar bien el lugar, abrir puertas y ventanas, utilizar extractores de aire, si es posible y conveniente, e incluso purificadores de aire.

Solo una advertencia, al menos en donde yo vivo, en la periferia de la ciudad, la gente acostumbra a **quemar pasto seco y hasta basura**, por lo que a veces el olor a quemado no proviene del interior de mi casa, sino de afuera, y las concentraciones de partículas se elevan mucho más que con el bistec asado o las laminillas para zancudos. En estas situaciones, **en lugar de ventilar, es más conveniente cerrar bien las puertas y ventanas** hasta que el olor a quemado se disipe.

¿La próxima vez que percibas un olor a quemado, sentirás angustia o pensarás que te enfermarás? Recuerda que lo más importante es **tomar conciencia de la exposición que tenemos a las**

partículas finas suspendidas (PM_{2.5}). El riesgo que vivimos depende no solo de la «intensidad» del olor o la concentración de las partículas, sino también de la **frecuencia con la que lo percibimos y de la duración de esa exposición.** Si solo sucede de vez en cuando, por momentos muy breves, no debería haber mayor problema. En el caso de mi tía Lin estuvo expuesta diariamente durante muchos años a concentraciones altas de esas partículas, por lo que terminó enfermando. **¡Qué suerte que tenemos un buen sensor de partículas con nosotros y, además, gratis!**

AGRADECIMIENTOS:

Al Laboratorio Nacional SECIHTI de Biocombustibles Sólidos (BIO-NER) (Apoyo LNC-2023.40).



Cinco-Izquierdo M. de L. (2019). *Evaluación comparativa de las concentraciones intramuros de monóxido de carbono (CO) y material particulado (PM_{2.5}) producidas por el uso combinado de distintos dispositivos y combustibles para satisfacer tareas de cocción en zonas rurales de Michoacán: simulación y validación de un modelo de zona simple mediante iteración Monte-Carlo* [Tesis para obtener el grado de Ingeniero químico]. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Ingeniería Química. Morelia, Michoacán. <https://drive.google.com/file/d/1UY8BPqWN3pfprcPJgoP6r-fr3OvxxYk/view>

Gaviria C.F., Benavides P.C. y Tangarife C.A. (2011). Contaminación por material particulado (PM_{2.5} y PM₁₀) y consultas por enfermedades respiratorias en Medellín (2008-2009). *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*, 29(3), 241-250. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So120-386X2011000300004

Liu Q., Son Y.J., Li L., Wood N., Senerat A.M. y Pantelic J. (2022). Healthy home interventions: Distribution of PM_{2.5} emitted during cooking in residential settings. *Building and Environment*, 207(Part. B). <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108448>

ARTÍCULO

La masa muscular saludable como un signo vital más

Sarai Sánchez-Duarte y Rocío del Carmen Montoya-Pérez



Image by freepik

Sarai Sánchez-Duarte. Estudiante del Programa de Doctorado en Ciencias en Biología Experimental, Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
1315649c@umich.mx

Rocío del Carmen Montoya-Pérez. Profesora e investigadora, Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
rocio.montoya@umich.mx

Resumen

El tejido músculo esquelético se considera el tejido más grande de nuestro cuerpo y un órgano vital para el buen funcionamiento de nuestro organismo. Además de brindarnos movimiento, nos ayudan a mantener el equilibrio, protegen nuestras articulaciones, participan en la respiración y mantienen la homeostasis metabólica, entre otras funciones. El deterioro de la masa muscular representa una gran amenaza para un estilo de vida saludable, ya que empeora muchas enfermedades crónicas degenerativas, por lo que se sugiere que la calidad, la cantidad y el estado metabólico del músculo son un catalizador de la enfermedad. Por otro lado, la pérdida de masa muscular es un proceso natural del envejecimiento que, cuando se combina con un estilo de vida inadecuado, puede disminuir la independencia del adulto mayor y su calidad de vida. Una adecuada masa muscular a lo largo de la vida es la base de la salud metabólica y de un envejecimiento saludable. Más masa muscular, mejor salud y más vida.

Palabras clave: Envejecimiento, músculo, salud.

RECIBIDO: 10/06/2024; ACEPTADO: 26/08/2024;
PUBLICADO: 22/09/2025

Movernos de un lugar a otro es la primera imagen que nos viene a la mente cuando pensamos en las **funciones del músculo esquelético**. Sin embargo, los músculos esqueléticos son mucho más que simplemente **movimiento**, ya que son esenciales **reguladores del metabolismo**, puesto que nos ayudan a **mantener el equilibrio, protegen nuestras articulaciones, participan en la respiración, en la generación de energía y calor**, a la vez que proporcionan **estabilidad corporal**. La pérdida de homeostasis en su estructura y funcionamiento puede causar un deterioro significativo de la salud en general. Este artículo nos ayuda a comprender el **papel crucial e indispensable del músculo esquelético en la salud y la supervivencia del organismo**, así como el porqué mantener la masa muscular se podría considerar un signo vital más.

A mayor edad, menos músculo

En la salud muscular, tanto la calidad como la cantidad son fundamentales. La **masa muscular disminuye en un 40 % a partir de los treinta años**, y disminuye más rápidamente en las siguientes décadas (hasta un 40 % después de los 60 años). Como resultado, la masa muscular de las personas de más de 70 años solo representa una cuarta parte de su masa corporal total.

El envejecimiento es un **proceso fisiológico en el que de manera natural y progresiva perdemos masa muscular** (sarcopenia/dinapenia) y en consecuencia fuerza muscular. El principal factor es la fragilidad, que suma a una menor independencia en el adulto mayor, asociado a mayores fracturas por caídas. Sin lugar a dudas, **una masa muscular saludable es necesaria para un envejecimiento saludable**. Por lo que es imperativo tomar medidas preventivas como la actividad física, lo que ya no es una recomendación hoy en día, sino una necesidad.

A medida que aumenta el número de habitantes en el planeta, aumenta el número de personas enfermas. Y, por otro lado, **el ser humano está viviendo más tiempo**. Las enfermedades que se presentan, son especialmente las crónicas degenerativas como el cáncer, la diabetes y la obesidad, que disminuyen la calidad de vida, por lo que, **¡vivimos más años y los vivimos más enfermos!** Si bien, la pérdida de masa muscular es una consecuencia natural del envejecimiento, en la actualidad, **se ha descubierto a través de varios estudios que este proceso puede retrasarse, interrumpirse e incluso invertirse**. De hecho, la pérdida de masa acompaña y empeora muchas enfermedades crónicas, por lo que **se ha sugerido que el estado metabólico del músculo es un catalizador de la enfermedad**. ¡A más masa muscular, mejor salud!



Image by freepik



¿Qué son y qué hacen los músculos?

El **tejido muscular esquelético** es el **tejido más abundante de nuestro cuerpo**; se encuentra en la cara, la cabeza, el cuello, el tronco y claro en las extremidades superiores e inferiores. Están **compuestos principalmente por células llamadas miofibras**, las cuales son células de forma tubular, alargadas y multinucleadas que, debido a su estructura celular, tienen la capacidad de producir movimiento al contraerse y relajarse.

¿Qué lo hace tan importante? Es el **principal almacenamiento de proteínas de nuestro cuerpo**. Representa aproximadamente la mitad de la masa magra (sin grasa) corporal y entre el 25 y el 35 % del peso corporal total de una persona sana. El 75 % del músculo esquelético está concentrado en las extremidades, de ahí su papel en mantener una postura bípeda y asegurar la locomoción. Sin embargo, **no solo son necesarios para movernos, sino también para respirar, comer, gastar energía** (termorregulación) **y mantener la glucosa, los aminoácidos y los lípidos en equilibrio**. Dado que el músculo esquelético es el responsable del 75 % de la captación de glucosa estimulada por la insulina en los humanos, también **juega un papel importante en el manejo de la glucosa en sangre**.

El músculo no es estático. Se dice que **es un tejido maleable porque se adapta rápidamente a**

los estímulos internos y ambientales, rasgo esencial de la adaptabilidad del organismo. La **capacidad de liberar moléculas** (mioquinas) **que actúan como mensajeros entre el músculo esquelético y otros órganos vitales**, como el hígado, el corazón, la grasa e incluso el cerebro, **lo convierte en un tejido endocrino**. Esta señalización tiene un impacto en enfermedades crónicas como la diabetes, las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, la caquexia, la sarcopenia y la neurodegeneración. Estas conexiones confirman que **el músculo esquelético es esencial y necesario para la salud y la supervivencia del organismo**.

¿Qué provoca la pérdida de músculo?

Hay una variedad de estímulos que pueden provocar la pérdida de masa muscular. La **desnutrición**, la **denervación** (pérdida de la conexión con el nervio), una **dieta baja en proteínas** y la **genética**. Además, otros factores que contribuyen a la pérdida y debilidad del músculo incluyen un **estilo de vida poco saludable** (sedentarismo, dieta rica en grasas), la **presencia de patologías sistémicas** y la terapia con **medicamentos a largo plazo** (glucocorticoides, entre otros).

En algunas situaciones, la masa del músculo esquelético puede disminuir por padecimientos como:

1. Sarcopenia: pérdida de masa muscular asociada con el envejecimiento.
2. Caquexia: pérdida de masa muscular causada por enfermedades crónicas degenerativas (cáncer, diabetes)
3. Atrofia muscular: pérdida de masa muscular por inactividad física.

El ejercicio es medicina

El **ejercicio** mejora la composición corporal, el control glucémico, la función cardiovascular y respiratoria, entre otros beneficios para nuestra salud. Por lo tanto, **se considera un tratamiento no farmacológico muy recomendado para la mayoría de las enfermedades**. Cualquier tipo de actividad física se relaciona con una disminución del 13 % de riesgo de muerte. Al envejecer, los individuos tienden a reducir su actividad física, lo que contribuye en gran medida al desarrollo de sarcopenia relacionada con la edad. La relación entre la masa del músculo esquelético y el nivel de actividad física es compleja.

Lo que es un hecho es que **la reducción de la actividad física altera la composición corporal** en distintas maneras: **la masa muscular disminuye mientras que la masa grasa aumenta**. De hecho, un factor importante que contribuye a la atrofia muscular en la caquexia y la sarcopenia está relacionado con la reducción de la actividad física, frecuentemente asociada con enfermedades crónicas y la edad. **Aumentar la actividad física puede retardar, prevenir o incluso revertir la pérdida muscular**.

El ejercicio adecuado y bien supervisado puede ayudar a aumentar la masa muscular. **El tipo de ejercicio que mejor ayuda al crecimiento de los músculos es el entrenamiento de fuerza**. Cada vez hay más evidencia científica que indica mejoras en el rendimiento neuromuscular, movimiento articular, metabolismo mejorado de las grasas y aumento de fuerza. Se asocia con prevenir la pérdida de masa muscular causada por el envejecimiento y la osteoporosis. Además, **reduce el riesgo de diabetes, síndrome metabólico y problemas cardiovasculares, entre otras ventajas**. Y claro, todos estos beneficios incluyen una mejor apariencia física y calidad de vida.

En conclusión, **nuestros músculos llevan a cabo funciones esenciales en nuestro cuerpo**. La cantidad de músculo y la funcionalidad son recientemente valoradas por estudios científicos como importantes predictores de morbilidad y mortalidad. Por lo tanto, mantener una masa muscular saludable es tan importante a lo largo de nuestra vida como mantener el ritmo cardíaco, la frecuencia respiratoria, la temperatura, la glucosa en sangre y la presión arterial, lo que **podría tratarse de un signo vital más**.



Instituto Nacional de Cáncer. (2022). Muchos tipos de actividades durante el tiempo libre disminuyen el riesgo de muerte en los adultos mayores. *NCI. Instituto Nacional de Cáncer, USA*. <https://www.cancer.gov/espanol/noticias/comunicados-de-prensa/2022/actividad-fisica-adultos-mayores#:~:text=Los%20adultos%20mayores%20que%20participan,un%20nuevo%20estudio%20de%20los>

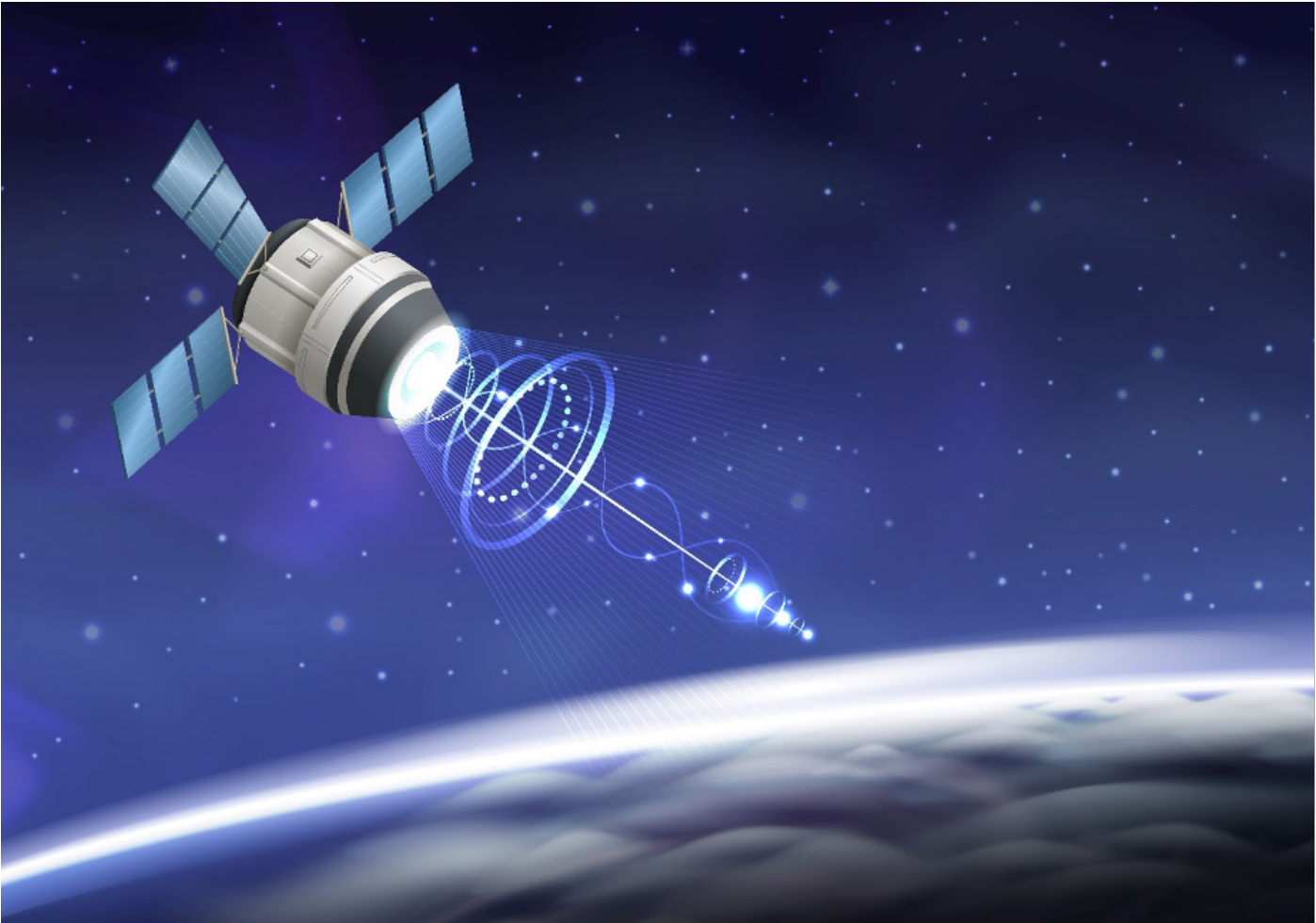
González A.Y. y Vega-Díaz D.L. (2023). Efectividad de la actividad física en la prevención y tratamiento de la obesidad: una revisión de la literatura. *Revista Digital: Actividad Física y Deporte*, 10(1), e2516. <https://revistas.udca.edu.co/index.php/rdaafd/article/view/2516/2819>

Musumeci G. (2017). Sarcopenia and Exercise «The State of Art». *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 2(4), 40. <https://doi.org/10.3390/jfkmk2040040>

ARTÍCULO

El fascinante mundo de los satélites artificiales

Lucero Pimienta-Ramírez y Gerardo Andrés Reyes-Abrego



https://www.freepik.com/free-vector/rocket-spacecraft-launch-realistic-composition-with-view-outer-space-earth-orbit-flying-artificial-satellite-vector-illustration_33208953.htm#fromView=search&page=1&position=2&uuid=61808524-146f-42da-a70d-fo498885a571

Lucero Pimienta-Ramírez. Estudiante en el Programa Institucional de Doctorado en Desarrollo y Sustentabilidad, Facultad de Economía, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
lucero.pimienta@umich.mx

Gerardo Andrés Reyes-Abrego. Estudiante en el Programa Institucional de Doctorado en Desarrollo y Sustentabilidad, Facultad de Economía, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
9501775d@umich.mx

Resumen

Los satélites artificiales, resultado de la tecnología avanzada, orbitan la Tierra y desempeñan un papel crucial en nuestra vida cotidiana. Además, permiten ver el planeta desde el espacio y facilitan la comunicación a través de la televisión, la radio y los dispositivos móviles. También son fundamentales para observar fenómenos como la temperatura, las tormentas, las erupciones volcánicas, monitorear el cambio de cobertura vegetal, el uso del suelo, la seguridad nacional, entre otros. Es importante difundir su utilidad, así como promover el interés por este campo de la ciencia espacial, cuyo desarrollo es cada vez más relevante para la humanidad.

Palabras clave: Comunicación, observación de la Tierra, satélites artificiales.

RECIBIDO: 12/03/2024; ACEPTADO: 12/07/2024;
PUBLICADO: 22/09/2025

¿Sabías que gran parte de nuestra vida cotidiana se la debemos a los satélites artificiales? Gracias a ellos podemos comunicarnos con amigos y familiares, ya que, debido a las señales que envían, es posible establecer comunicación a través de un teléfono, de la televisión, la radio, el Internet, o saber la ubicación exacta de una persona, animal, planta o cualquier objeto en punto exacto de la Tierra, así como observar aspectos del clima, de la vegetación, de la seguridad de las naciones, entre otros.

Pero, ¿qué es un satélite?

Son **objetos que giran alrededor de otros objetos de mayor tamaño en el espacio** (objetos que están flotando); **pueden ser de origen natural**, como la luna, que es el más conocido (aunque en nuestro sistema solar se han registrado cientos de ellos). Mientras que los **satélites artificiales** nos ayudan a estudiar y a comprender diversos procesos de la Tierra por medio de las señales que mandan o de imágenes, las cuales proporcionan información valiosa.

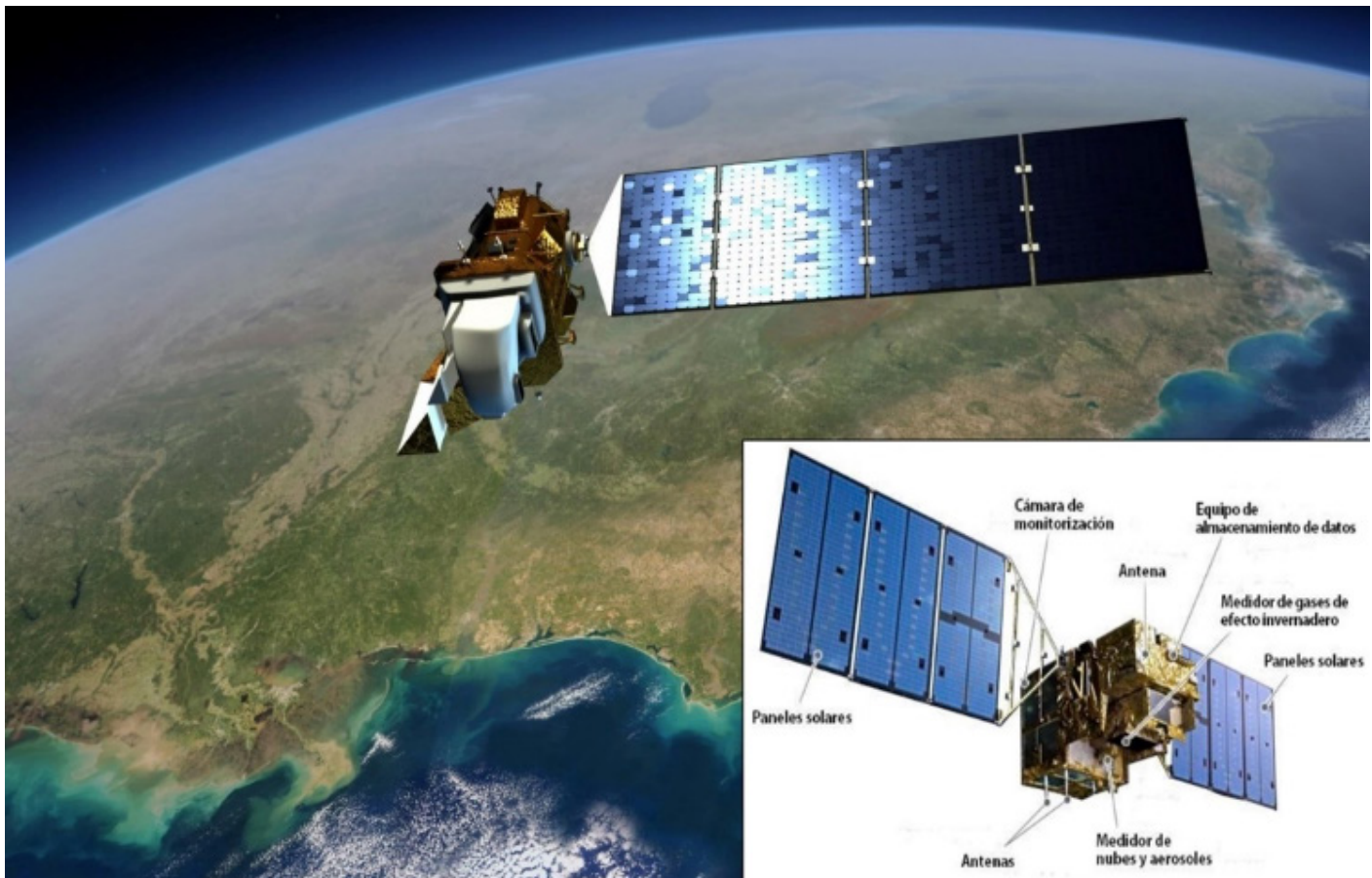
Hablemos de los satélites artificiales

Los **satélites artificiales son nuestros ojos y oídos en el espacio**. Son objetos increíbles que han

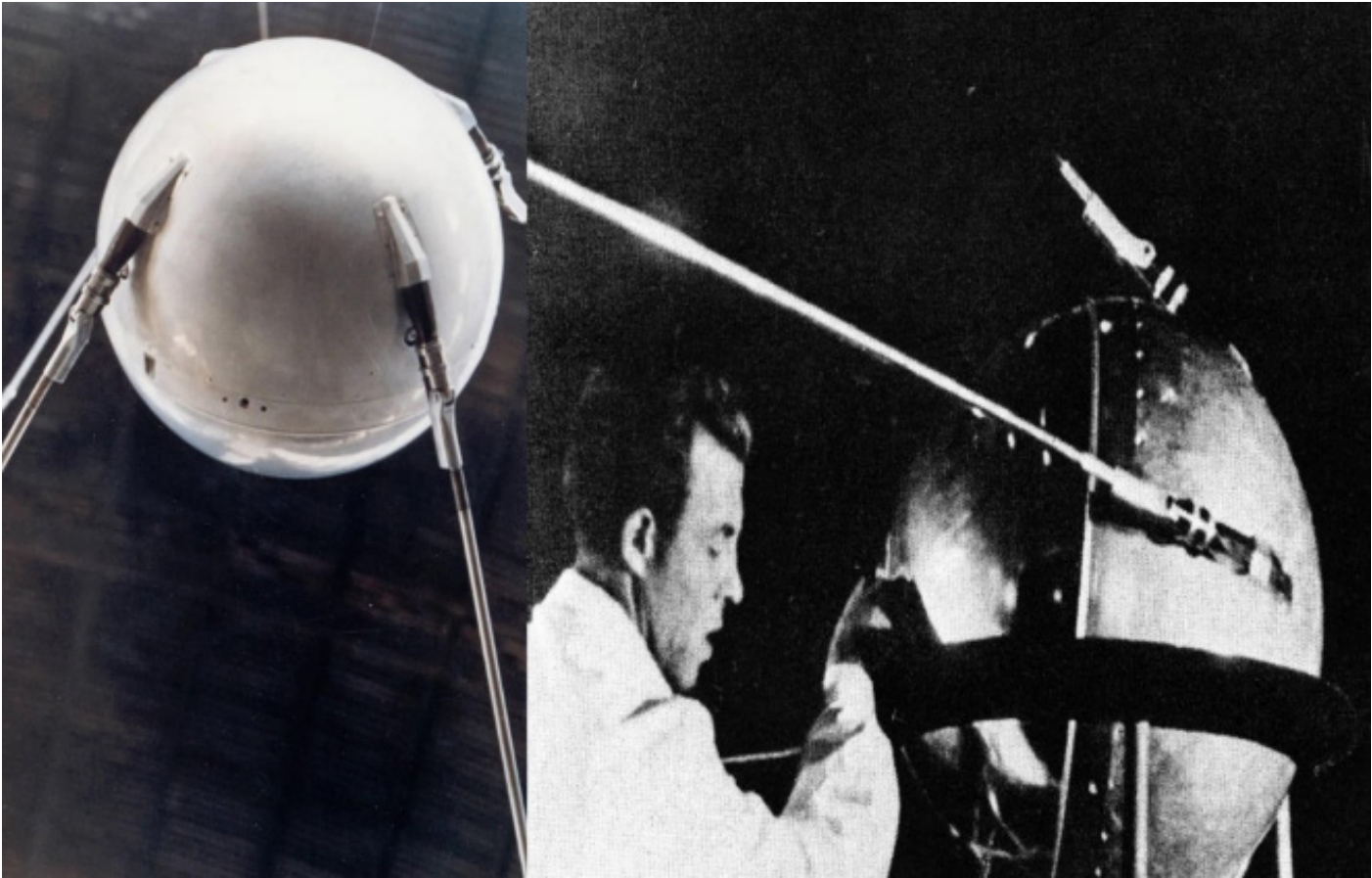
creado los humanos a través del avance científico y tecnológico con fines específicos. Estos cuerpos **son lanzados al espacio donde se colocan en una órbita (círculo) de la Tierra o de cualquier otra entidad**. Giran a su alrededor siguiendo una línea o trayectoria que se mantiene gracias a la interacción que se establece entre la fuerza de gravedad del objeto y la velocidad del desplazamiento. Estos objetos **tienen cámaras y antenas que captan imágenes desde el espacio y las envían a una estación específica en la Tierra**.

Aunque en la actualidad no imaginaríamos nuestra vida diaria sin Internet, o cualquier otro medio de comunicación producto de los satélites artificiales, **tuvieron que pasar cientos de años para comprender cómo funcionaban y, con ello, obtener información que revolucionaría la vida de las personas**, haciéndola cada vez más fácil y cómoda; permitiéndonos anticiparnos a los eminentes fenómenos que afectan nuestras vidas, como ciclones, tormentas o erupciones volcánicas, entre otros.

Los primeros satélites fueron creados con fines militares, siendo *Sputnik 1*, nombre que recibe el primer satélite artificial en el mundo, lanzado por la Unión Soviética en 1957, marcando **el comienzo de la era espacial**. Se pudiera pensar que



Satélite artificial. Se muestra el satélite artificial girando alrededor de la Tierra. Tomado de (NASA, 2023). <https://www.nasa.gov/multi-media/imagegallery/index.html>



Sputnik 1, el primer satélite artificial del mundo. Fotografía tomada de (NASA, 2023). <https://history.nasa.gov/sputnik.html>

fue un objeto de gran tamaño como los que conocemos en la actualidad; sin embargo, no fue así.

Tenía **forma esférica de aluminio** con cuatro antenas que se alimentaban por medio de baterías, un **tamaño de 58 centímetros** (equivalente a una pelota de playa) y un **peso de aproximadamente 86 kg**. Los satélites modernos son cada vez más complicados, de mayor tamaño, resistentes y ligeros, lo cual implica un mayor conocimiento en su construcción y operación. Existen diversos tipos de satélites que se han desarrollado para una determinada función.

Usos más comunes de los satélites artificiales

Comunicación global. Los satélites tienen muchas funciones importantes, una de ellas es la comunicación en el mundo, la cual ha revolucionado y transformado la vida moderna de la humanidad, pasando por la radio, el teléfono y la televisión. Es, sin lugar a duda, el papel central en el envío de la señal para la conectividad a Internet, la cual nos permite comunicarnos con personas en cualquier parte de este planeta y en todo momento en tan solo segundos, a través de plataformas como Facebook, YouTube, Instagram, Twitter y TikTok. Aunque estas redes sociales no tienen una relación directa con los satélites, se benefician de las señales que mandan del espacio hacia la Tierra,

haciendo posible este avance digital, e incluso, hoy en día, no imaginamos nuestra vida diaria sin estos logros tecnológicos.

Ubicación geográfica. Es otra de las funciones importantes que nos brindan los satélites, ya que se puede determinar la posición o ubicación de cualquier punto en la Tierra, a través de los llamados GPS (Sistema de posicionamiento global), los cuales proporcionan información precisa que permite la ubicación de personas por medio de los teléfonos celulares, de animales o de cualquier otro objeto. Es esencial en la navegación aérea, pues a través de ella se sigue la ruta de un avión, lo que hace posible ubicarlos; en la navegación marítima de las embarcaciones y terrestre, donde se trazan y ubican rutas de los automóviles, haciendo que el desplazamiento ocurra de manera segura.

Observación del espacio y la Tierra. Ayudan a ver nuestro planeta desde el espacio; son cruciales en el desarrollo de investigaciones, ya que permiten estudiar diversos fenómenos que ocurren en el universo, como las estrellas, las galaxias y los planetas. Los terrestres se utilizan ampliamente para el monitoreo de los cambios en el clima, la vegetación, la deforestación, el uso del suelo, así como para la expansión de las ciudades y los cultivos. También se puede observar la contaminación del agua y del aire, detectar y prevenir desastres naturales como

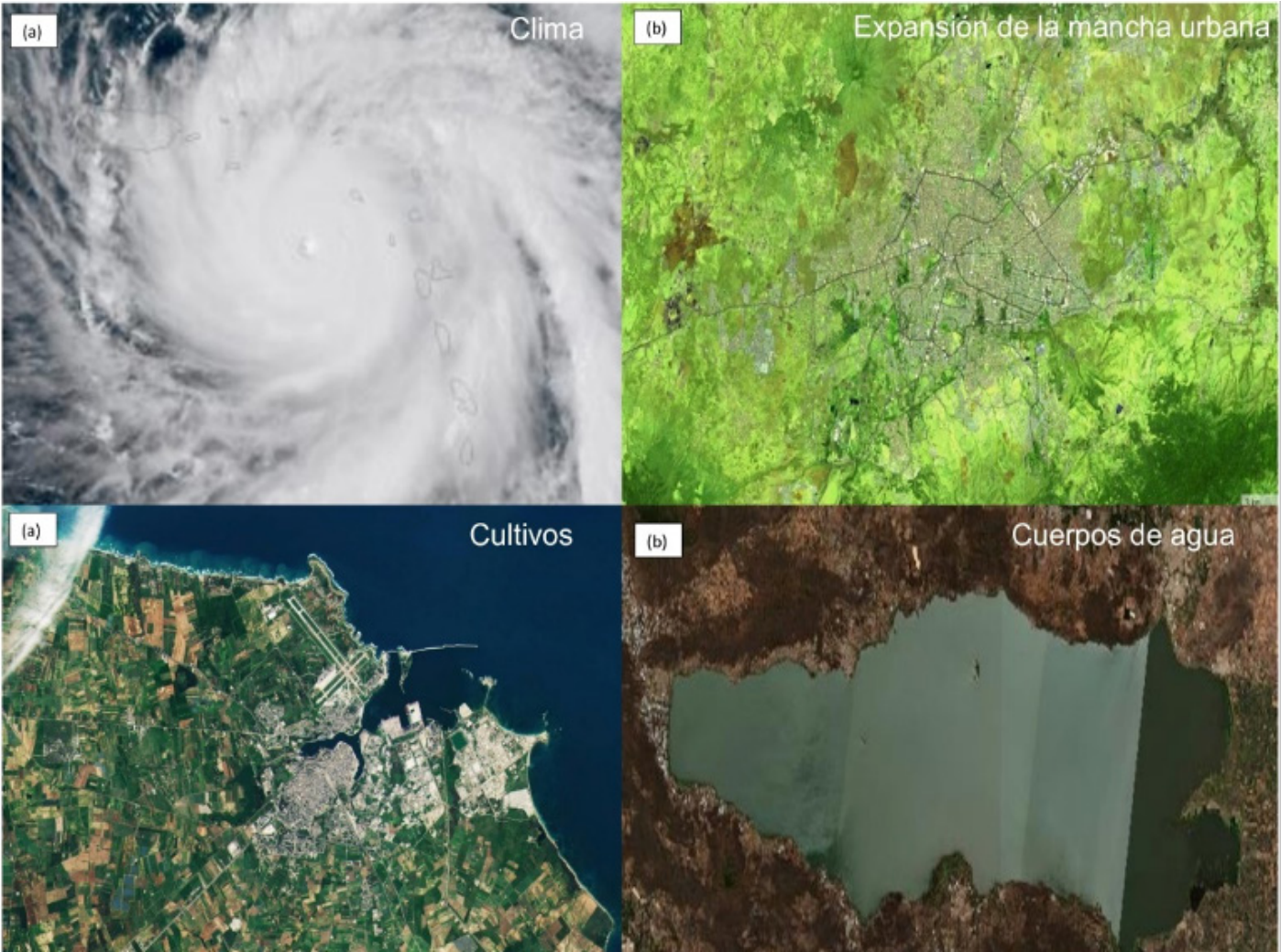
los incendios forestales, los terremotos o las erupciones volcánicas.

Estos satélites que observan a la Tierra **están diseñados para capturar información de los objetos a través de imágenes y videos de alta calidad**, sobre un punto o área específica. También se puede obtener imágenes en tiempo real para monitorear tormentas o ciclones, es así como nos permite acceder a la información que captura desde el espacio y, con ello, identificar y analizar estos fenómenos.

La seguridad de la defensa nacional. Es un componente clave para la logística de los militares y los servicios de inteligencia, ya que cumplen con el objetivo de vigilar, monitorear, recopilar información, posibles amenazas de otras naciones y comunicar áreas de interés, lo cual es importante en la toma de decisiones estratégicas de un país. También son

indispensables para la comunicación de los encargados de la seguridad nacional, puesto que detectan y dan seguimiento al lanzamiento de misiles, principalmente.

Es sorprendente el **avance que han tenido los satélites artificiales**, sobre todo en la forma en que exploramos el mundo y su gran influencia para mejorar nuestra forma de vivir. **Juegan un papel crucial en la investigación científica**, permitiéndonos conocer otras formas de comprender el universo. Además, gracias a ellos, es posible conocer las causas y las consecuencias de algunos fenómenos que hacen posible anticiparnos a futuros desastres naturales para salvaguardar la vida de las personas, animales y los bienes materiales. Es claro que en un futuro estos cuerpos espaciales seguirán evolucionando y tendrán un papel fundamental para las futuras generaciones.



Fotografías producto de los satélites artificiales. Imágenes capturadas a través de los satélites artificiales. (a) tomada de (NASA, 2023); (b) tomada de ESA, 2023. <https://www.nasa.gov/>, <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>



Cabrera R. (2016). *Satélites: De la Luna al Arsat*. Eudeba. <https://books.google.com.mx/books?id=mZdBD-wAAQBAJ>

Fernández M.S. y López L.F. (2004). El uso de los satélites en las ciencias de la tierra y de la vida. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, (12.3), 248-252. <https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/89003/133306>

TECNOLOGÍA

La corteza de los árboles. Una mirada tecnológica

Miriam Sedano-Mendoza y Luz Elena Alfonsina Ávila-Calderón



Corteza de pino (*Pinus* sp). Fotografía propia del autor.

Miriam Sedano-Mendoza. Estudiante de posgrado de la Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
miriam.sedano@umich.mx

Luz Elena Alfonsina Ávila-Calderón. Profesora e investigadora de la Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
luz.avila@umich.mx

Resumen

La corteza es la capa externa que recubre todos los árboles; tiene diferentes formas, colores y propiedades. Naturalmente, la corteza cubre y protege el árbol de los agentes externos y de las condiciones climatológicas adversas. Su estructura es compleja porque contiene sustancias singulares que la hacen muy interesante para su uso en el diseño de nuevos productos. Es un material renovable, sustentable y biodegradable que puede ser utilizado en diferentes áreas, como la farmacéutica, la cosmética, la alimenticia, la del papel y hasta la de construcción. Te invito a conocer este maravilloso material.

Palabras clave: Bioindustria, corteza, recurso natural.

RECIBIDO: 10/06/2024; ACEPTADO: 28/10/2024;
PUBLICADO: 22/09/2025

La corteza es un material complejo, de diferentes formas y colores que, naturalmente, se encuentra en todo lo largo del tallo de los árboles y arbustos. Puedes llamarla corteza, tecata, cáscara o capa externa. Este material tiene muchas características interesantes y no te imaginas en dónde lo podrías encontrar.

Seguramente has tenido contacto con la corteza alguna vez. Por ejemplo, habrás visto en la alacena de tus padres unas botellas de vidrio con un pedazo de «madera» como tapón, quizás has probado el té de canela o en alguna ocasión notaste que había pedacitos de corteza cubriendo los rosales en los jardines de tu plaza favorita. Pues bien, ahí está la corteza de los árboles.

¿Qué es la corteza de un árbol?

Iniciamos definiendo la corteza, palabra que proviene del latín *corticea* o *cortex*. Desde el punto de vista botánico, es una capa o conjunto de capas que recubren el tallo, las ramas y las raíces de los árboles y las plantas. La corteza es el elemento anatómico que cuida y protege al árbol durante toda su vida y le permite resistir condiciones ambientales extremas del medioambiente.

¿Cómo es la corteza?

Físicamente, la corteza ocupa aproximadamente el 10 % del peso del árbol y, como ya se dijo, recubre todo lo largo del tallo o tronco. La corteza es diferente a la madera porque es más oscura, más olorosa, más quebradiza y, en general, mucho más dura. Una de sus particularidades es que la podemos encontrar en distintas formas, es decir, podemos hallar árboles con cortezas lisas, rugosas, esponjosas, en forma de láminas y con diferentes relieves que las hacen muy atractivas al ojo humano.

Si observas detenidamente un trozo de corteza, podrías notar que está compuesta por capas. A este nivel de observación se le conoce como nivel macroscópico. Por otro lado, si tuvieras un microscopio, a través de él podrías ver la forma que tienen las células de la corteza. Así, por simple observación, macroscópica y microscópica, los científicos pueden obtener valiosa información del árbol, como la edad, la familia a la que pertenece, si proviene de un clima cálido, templado o frío, si creció en un ambiente rural o urbano, si sufrió algún daño por insectos u otros animales, e inclusive si estuvo expuesto a un incendio.



Cedro azul (*Cedrus* sp)



Cedro blanco (*Cupressus* sp)



Copal o papelillo (*Bursera* sp)

Fotografías propias del autor

Químicamente, las capas de la corteza están hechas de grandes moléculas formadas por carbono, hidrógeno y oxígeno, pero además, de otras sustancias muy complejas como los llamados extractivos, que son una mezcla de sustancias químicas muy variables, desde los aceites, las gomas, las ceras, las sustancias ácidas y astringentes, los azúcares y otras más. Cabe resaltar que la corteza es una de las partes del árbol con mayor cantidad de sustancias extraíbles.

¿Te puedes imaginar un material tan común y a la vez tan complejo?

La presencia de estas sustancias químicas, los extractivos, hace que la corteza posea características muy interesantes, tales como resistencia al ataque de hongos e insectos, resistencia a altas temperaturas, impide la transmisión de calor excesivo (baja capacidad calorífica); evita que el árbol se deshidrate (aislante) y que se dañe por la lluvia y el sol (lixiviación).

¿Cuánta corteza se produce?

En la industria forestal, el residuo que ocupa mayor volumen es la corteza, aun cuando no es tan fácil contabilizar lo que se produce en empresas medianas y pequeñas porque no se han considerado los procesamiento en bajas cantidades.

En 2021, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), reportó que en México se producen anualmente más de cinco millones de metros cúbicos de madera (5 600 000 m³) por aserrado y trozas para chapas, por lo que cada año se genera 560 000 m³ de corteza. Los principales estados productores son Durango, Chihuahua, Tabasco, Veracruz y Michoacán, siendo los árboles que se procesan para la obtención de madera en nuestro país el pino, el encino, el oyamel y algunas maderas preciosas. Solo las cortezas de algunas especies son utilizadas, principalmente, para la obtención de taninos, la de pino y la de encino.

¿Te puedes imaginar cuánto material está dis-



Resina de árbol de cedro azul (*Cedrus* sp). *Fotografía propia del autor.*



Árbol de guayabo
(*Psidium guajava*)



Caoba
(*Swietenia macrophylla*)
Fotografías del autor

ponible para ser utilizado de manera racional e integral? Pero, más importante aún, es material orgánico, biodegradable y sustentable.

La corteza, sus usos y la bioindustria

Si comenzamos con los usos más antiguos que se han registrado, podríamos encontrar que la corteza se ha utilizado como forraje para ganado o como elemento principal para fabricar cuerdas y fibras, pero también se ha reportado que la corteza de diferentes árboles de pino se utilizaba como alimento en invierno en países escandinavos por su alto contenido de fibra. De la misma manera, se sabe que las primeras medicinas fueron obtenidas de las plantas, por lo que el uso de la corteza no sería una excepción.

La corteza, como elemento vivo que proviene del bosque, contiene un alto contenido de sustancias activas, por ejemplo, alcaloides, aceites esenciales, carbohidratos, vitaminas y antibióticos. En la actualidad, la corteza de encino se sigue utilizando

como cicatrizante, antidiarreico y anticonvulsivo; mientras que la canela no solo se usa como condimento en la cocina, sino que también se dice tener efectos antifúngicos, antibacteriales y que favorece el apetito.

En la agricultura, la corteza se utiliza para el mejoramiento de suelos, ya que en combinaciones precisas y con algunos pretratamientos, favorece el movimiento de fluidos, puesto que es un material permeable que no se degrada tan fácilmente y da mayor estabilidad a los suelos preparados; además, evita la excesiva evaporación de agua. Y cuando la corteza es pulverizada, es decir, se muele tan fina hasta quedar como polvo, ayuda a la reproducción de microorganismos benéficos para la planta (biorremediación).

La corteza se ha utilizado como combustible muy importante en forma de carbón vegetal y es un material fundamental para la industria de los filtros. Se utiliza para filtrar el agua, para remover sustancias nocivas en el aire, para purificar alimen-

tos como azúcar y eliminar sustancias tóxicas como metales pesados. Otro uso de la corteza es como paneles aislantes, por ejemplo, la corteza que más se ha utilizado es la del *Quercus suber*: el corcho. Por su parte, la corteza de pino (*Pinus silvestris*) se utiliza para fabricar muebles.

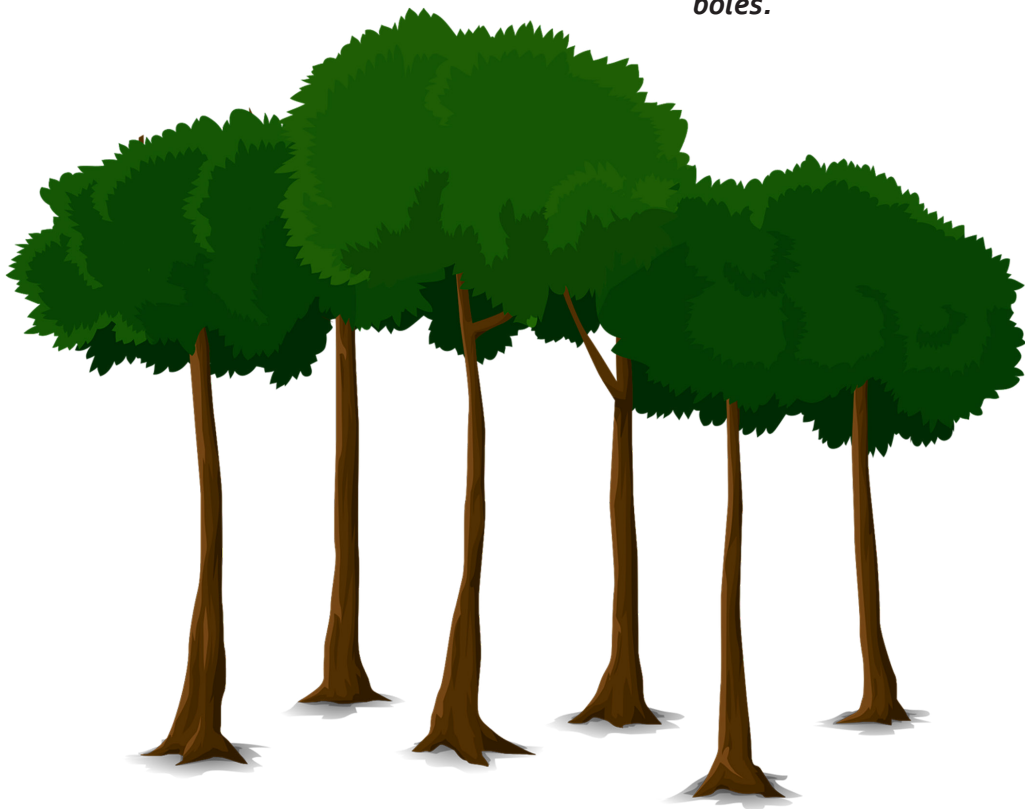
Asimismo, el uso de la corteza como bioindicador ha llamado la atención de los investigadores. En Polonia y Finlandia, se ha determinado el grado de contaminación del aire y la presencia de metales pesados al monitorear la corteza de los árboles por cierto tiempo. Las cortezas que han sido estudiadas son: *Pinus* sp (pino), *Populus nigra* (álamo), *Quercus* sp (encino), *Ulmus* sp (olmo), *Salix* sp (sauce), *Fraxinus* sp (fresno), *Acer* sp (maple) y *Cupressus* sp (cedro).

Cabe señalar que si hablamos de procesos más elaborados, encontraremos que se

puede obtener el ácido acético (el vinagre común) y el alcohol metílico o también llamado alcohol de madera. Además, se pueden fabricar envases térmicos y bioplásticos. Por ejemplo, en China, se utiliza la corteza del laurel (*Ficus natalensis*) para fabricar fibras, tela y ropa.

La bioindustria, desde los principios de la química verde, estudia los procesos más limpios y amigables para el planeta y la corteza puede ser la mejor opción para explorar nuevas posibilidades de reducir los desechos y regresar a las materias primas renovables que pueden ser aplicadas en diferentes áreas, como la farmacéutica, la cosmética, la alimenticia, la del papel e, inclusive, la de construcción.

Ahora te invitamos a que observes a tu alrededor y te preguntes qué cosas provienen de nuestro valioso material: **la corteza de los árboles.**



Gomes-Gonçalves F., Silva-Chaves I.L., Vargas-Fasarella M., Soares-Brito A., Soares-Gomes da Silva E., Martínez-López Y. y Gonçalves de Oliveira R.E. (2021). Extracción de taninos de la corteza de *Pinus* spp tratada térmicamente – aplicación como adhesivo. *Madera y Bosques*, 27(1), e2712041. <https://myb.ojs.inacol.mx/index.php/myb/article/view/2041/2230>

González A.M. y Raisman J.S. (2007). Peridermis: corteza y derivados. *Hipertextos de la Biología*. <http://www.biologia.edu.ar/plantas/corteza.htm>

Vargas J. y Encinas O. (2003). Antioxidantes y biopreservantes para madera a partir de corteza de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Mor. *Congreso Forestal Mundial en Quebec*. <https://www.fao.org/4/XII/0137-A2.htm>

UNA PROBADA DE CIENCIA

La discípula

Horacio Cano Camacho



Hoy no vamos a hablar de un libro de ciencia, ni siquiera de divulgación científica. Voy a recomendar una novela negra... más precisamente de una novela de suspenso con elementos clásicos, un verdadero éxito de ventas y crítica que conjuga de manera brillante su origen nórdico con el canon del género. Se trata de *La discípula*, una historia de Hélène Gullberg (Seix Barral, 2025).

Un asesinato sacude el exclusivísimo mundo del arte. Sten Hammar, coleccionista de antigüedades, es hallado muerto en su mansión, en un pueblo cerca de Estocolmo. Lo que al principio parece un simple robo, pronto se revela como una trama mucho más enredada.

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

Muchos años atrás, Sten «adoptó» como aprendiz a una niña: Majja Skog, huérfana de madre y con un padre que, tras dejar su vida de marino mercante, se dedica a vender los objetos que coleccionaba su difunta esposa. Majja, solitaria e inteligente, se sumerge entre las antigüedades buscando un reflejo de su madre. Su padre, sin perspectivas y hundido en el alcohol, encarga a Sten que se haga cargo de la niña, en la que intuye un enorme potencial para el arte y las reliquias.

Hammar, que sabe que su vasta colección de objetos será lo único que deje tras de sí, encuentra atractiva la posibilidad de formar a una discípula y acepta. Así, Majja se convierte en una precoz aprendiz. Años después, la joven se transforma en una auténtica estrella capaz de identificar piezas de colección, desenmascarar falsificaciones y demostrar un conocimiento asombroso en su campo. Sin embargo, Majja es también una marginal: una suerte de *Lisbeth Salander* del arte, con un aire alternativo, reservado y solitario, a la que el elitista medio cultural tolera únicamente por sus grandes capacidades.

Es entonces cuando es elegida por su casa de subastas para tasar la inmensa colección de Sten Hammar, sin que nadie sospeche el vínculo secreto que la une a él, ni los oscuros secretos que ambos compartieron.

No les cuento más. Sé que les resultará muy interesante, como a mí. Las novelas que se desarrollan dentro del mundo del coleccionismo me son particularmente atractivas. Coleccionar cosas no es simplemente reunir objetos u obras, es en realidad un estilo y un modo de vida que refleja muchos aspectos, desde económicos hasta de personalidad. Por ello, está en nuestra sección «Probada de ciencia».

El coleccionismo de arte es un fenómeno complejo que combina gusto estético, inversión económica, prestigio social y hasta obsesión personal. Te comparto algunos detalles clave.

Coleccionar implica reunir y conservar obras (pintura, escultura, fotografía, arte digital, muebles y otros objetos, etc.) siguiendo un criterio que puede ser estético, histórico, económico o emocional.

- Los coleccionistas construyen relatos por me-





dio de sus colecciones: algunos buscan una época (renacimiento, barroco, contemporáneo), otros un autor, unos más un estilo (impresionismo, arte abstracto) o incluso un tema (paisajes, retratos, objetos).

- El coleccionismo no solo acumula, sino que también da valor cultural: muchas colecciones privadas terminan formando la base de museos.

¿Por qué se colecciona y quién colecciona? Hay muchas razones declaradas, entre las que se incluyen:

- **Pasión estética:** disfrutan la contemplación de las piezas, el contacto con la belleza o la provocación artística.
- **Capital cultural y social:** poseer arte otorga prestigio, estatus y cercanía con círculos intelectuales o de poder.
- **Inversión económica:** muchas obras aumentan de valor con el tiempo; algunos coleccionistas funcionan casi como «inversionistas».

- **Preservación histórica:** sienten la misión de rescatar y proteger piezas para la posteridad.
- **Obsesión personal:** el deseo de «completar» una serie o de poseer lo único e irrepetible.

Las características más frecuentes que destacan en los coleccionistas han sido estudiadas y sus resultados dejan claro que no cualquier persona que acumula objetos puede ser considerada un coleccionista. Algunos de los rasgos de estas personas son:

- **Curiosidad y sensibilidad estética:** tienen ojo para detectar calidad y originalidad.
- **Paciencia y perseverancia:** esperan años para conseguir una pieza específica.
- **Red de contactos:** mantienen relaciones con galeristas, artistas, críticos, casas de subastas.
- **Criterio propio:** más allá de modas, un coleccionista consolidado sigue su instinto.
- **Competitividad:** el deseo de tener «lo mejor» o lo más raro impulsa la puja en subastas.

- **Tensión entre emoción y racionalidad:** la pasión por una obra puede chocar.

También hay tipos de coleccionistas y, la verdad, es un mundo amplio.

- **El estético:** compra por amor al arte, sin pensar demasiado en el valor económico.
- **El inversor:** ve el arte como un activo, casi como acciones o bienes raíces.
- **El especialista:** se concentra en un autor, escuela o tema.
- **El ecléctico:** mezcla estilos, épocas y formatos, siguiendo su intuición.
- **El filántropo:** colecciona con el propósito de donar o abrir un museo.

Pero, ¿cuál es el impacto que el coleccionismo tiene en el mundo del arte?

- **Definen tendencias:** lo que un gran coleccionista adquiere puede elevar el prestigio de un artista.
- **Influyen en el mercado:** crean burbujas de precios en torno a ciertos nombres.
- **Preservan la memoria cultural:** sin coleccionistas, muchas obras se hubieran perdido.

La literatura policiaca se ha encargado de sacar a la luz una categoría especial de coleccionismo: el extremo. Personas que reúnen y atesoran objetos extraños y de manera compulsiva o que están asociados a crímenes, objetos que solo se pudieron obtener mediante la comisión de ilícitos, o de alguna manera coligados con ciertas parafilias muy extrañas. Este *coleccionismo extremo* puede decir mucho sobre ciertos rincones oscuros del ser humano y se caracteriza por acumular de manera desproporcionada objetos, muchas veces sin límites claros de espacio, dinero o funcionalidad.

A diferencia del coleccionismo «normal», donde hay un criterio estético, histórico o temático, en el extremo la acumulación puede perder sentido y volverse un fin en sí mismo. Puede abarcar desde objetos triviales (juguetes, botellas, cómics) hasta arte de alto valor económico.

Algunos coleccionistas extremos se arruinan económicamente por adquirir obras que consideran imprescindibles para completar su colección. Se han documentado casos en los que compran

varias versiones de una misma pieza o persiguen obsesivamente a un artista específico. En el mercado del arte, esto se traduce en pujas millonarias en subastas, a veces impulsadas más por el deseo de «ganar» que por la lógica de inversión o la apreciación estética.

Características del coleccionista extremo:

- **Obsesión por la completitud:** sienten que deben tener *todo* de una categoría.
- **Dificultad para desprenderse:** aunque una obra ya no encaje en la colección, no la venden.
- **Elevada tolerancia al riesgo:** gastan más allá de sus posibilidades.
- **Identidad ligada a la colección:** sienten que su valor personal está en lo que poseen.
- **Competitividad intensa:** no soportan que otro coleccionista obtenga una pieza deseada.

Límites entre pasión y patología.

- La psicología distingue el coleccionismo extremo del *acaparamiento patológico* (hoarding).
 - *En el coleccionismo hay un criterio organizador, aunque sea obsesivo.
 - *En el acaparamiento, el desorden y la acumulación sin sentido predominan.

Se habla de trastorno de coleccionismo compulsivo cuando la conducta interfiere con la vida personal, social o económica del individuo.

Hay varios casos célebres, algunos con resultados o consecuencias «positivas» para la sociedad. Por ejemplo, Peggy Guggenheim, considerada una coleccionista «extrema» en cuanto a volumen y obsesión, aunque su pasión derivó en la fundación de un museo. También están los casos de Henry Clay Frick o Isabella Stewart Gardner, cuyas colecciones privadas fueron el resultado de décadas de compras compulsivas y hoy son museos de referencia.

En el mundo contemporáneo, algunos multimillonarios han creado colecciones desmedidas de arte contemporáneo que funcionan como vitrinas de poder económico y social.

La discípula es una historia que asocia mucho de los elementos aquí tratados. Me parece una buena manera de comenzar a comprender esta subcultura que pervive entre nosotros y es más frecuente de lo que pensamos.

LA CIENCIA EN POCAS PALABRAS

Fitoestrógenos, ¿aliados de la mujer? Ventajas y desventajas

Carlos Alberto Galeana-Bustos y Virginia A. Robinson-Fuentes



https://www.freepik.com/free-photo/soy-milk-soy-food-beverage-products-food-nutrition-concept_10400248.htm#fromView=search&page=1&position=13&uuid=81f1f997-b6a5-4abe-8dfd-db265f915843

Carlos Alberto Galeana-Bustos. Estudiante del Programa de Maestría en Ciencias de la Salud, División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas «Dr. Ignacio Chávez», Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán.
2459469h@umich.mx

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

Resumen

Se conoce como fitoestrógenos a las sustancias de origen vegetal que pueden tener una actividad hormonal. Se han utilizado como alternativa al tratamiento de la sintomatología de la mujer en la menopausia, derivado de la deficiencia de estrógenos que ocurre en esta etapa de la mujer. Las isoflavonas son los fitoestrógenos más estudiados y se encuentran en varios alimentos, como en la soya. Diversos estudios han reportado que el consumo de estos compuestos tiene un efecto en la sintomatología vasomotora, en especial en los sofocos, protege contra el desarrollo de osteoporosis, padecimiento muy común en la mujer en esta etapa de la vida. Aunque hay beneficios de su consumo durante la menopausia, hay que considerar que en algunas situaciones no se recomienda su consumo, ya que podría ser perjudicial para la salud.

Palabras clave: Fitoestrógenos, isoflavonas, menopausia.

RECIBIDO: 24/06/2024; ACEPTADO: 04/12/2024;
PUBLICADO: 22/09/2025

¿Qué son los fitoestrógenos?

Se conoce como fitoestrógenos a los compuestos naturales biológicamente activos que pueden ser comestibles y que están presentes en algunas plantas. Estos forman parte del grupo selecto de alimentos que se les puede llamar «funcionales», ya que su consumo puede tener un efecto positivo en la salud. Esto se debe a que se han estudiado sus efectos en la menopausia para el alivio de la sintomatología que presentan las mujeres en esta etapa, como la fatiga, las sudoraciones, los sofocos, el insomnio, la irritabilidad, etc. De igual manera, la relación que puede tener con el efecto protector contra la osteoporosis.

La palabra fitoestrógeno puede sonar compleja; sin embargo, estos compuestos podemos encontrarlos en alimentos que consumimos todos los días, tales como cereales, legumbres, frutas y verduras, siendo la soya la más estudiada. La palabra proviene de «fito» del griego «*phyton*» que hace referencia a 'planta' y estrógeno porque pueden tener un efecto similar a los estrógenos que produce el propio cuerpo, es decir, tener un efecto hormonal, el cual se ve disminuido en la menopausia lo que genera la sintomatología antes mencionada.

Estrógenos de plantas

Se tienen descritos más de 4 000 compuestos de este tipo que pueden dividirse, por su mayor presencia en las plantas, en cuatro grupos: isoflavonas, cumestanos, liganos y lactonas, siendo las isoflavonas las más estudiadas. Referente al aspecto químico de la molécula, estos compuestos naturales son similares a los estrógenos que produce el cuerpo humano, pero dependiendo de la dosis y el tipo, pueden tener un efecto similar.

Cabe mencionar que el efecto de los fitoestrógenos se vio por primera vez en 1940, ya que se observó un efecto en la fertilidad de los animales cuando consumían alimentos ricos en estas sustancias. Posteriormente, en la década de los ochenta del siglo pasado, se confirmó que podían tener efecto en los seres humanos y, gracias a esto, desde entonces se han estudiado los fitoestrógenos en cuanto a su composición, dosis adecuada, cuál es el más abundante, etc.

Isoflavonas

Son el grupo más numeroso por estar presente en muchos alimentos, principalmente en la soya y sus derivados. En el grupo de las isoflavonas, las sustancias más estudiadas son la genisteína y la



<https://pixabay.com/es/photos/frijoles-soja-comida-vegetal-3041690/>



daidzeína. El estudio de estos compuestos y, específicamente, de la soya, proviene de investigaciones que se han hecho en la población oriental, donde su dieta tiene una mayor presencia de derivados de la soya. En esta población se ha visto que las mujeres tienden a presentar una sintomatología menor en la etapa de la menopausia en comparación con la población occidental.

Algo interesante con estos compuestos es que no tienen como tal una actividad en el organismo, sino hasta que llegan a los intestinos, y con la fermentación a partir de la microbiota intestinal, logran activarse y pueden tener un efecto en el cuerpo. Por lo que el uso de antibióticos, el padecimiento de alguna enfermedad intestinal e incluso una mala alimentación pueden afectar la activación y la absorción de estas sustancias.

En cuanto a la genisteína y la daidzeína, presentan un efecto antioxidante debido a que pueden inhibir la producción de radicales libres. Asimismo, se ha descrito que pueden tener un efecto protector contra la aterosclerosis, ya que promueven la oxidación de colesterol LDL, también llamado colesterol de baja densidad y conocido como colesterol malo.

¿Realmente hay una actividad estrogénica?

Como hemos mencionado, estas moléculas de origen vegetal tienen una similitud con las producidas por el cuerpo, por lo que pueden ser detectadas como iguales por las células. Recordemos que nuestras células tienen receptores específicos para diferentes sustancias, los cuales se localizan en su pared externa. Un ejemplo de un estrógeno que detectan estos receptores es el estradiol, que es el que se verá disminuido de manera natural en esta etapa de la mujer, el cual tiene una importante función en la regulación de procesos metabólicos en el cuerpo. La genisteína y la daidzeína tienen una especial afinidad por estos receptores celulares. Los receptores reconocen las sustancias y tienen efectos en las funciones celulares.

De igual forma, las isoflavonas tienen una afinidad por otros receptores que están implicados en el metabolismo de las grasas, en el crecimiento o la muerte celular, ejerciendo una actividad antiinflamatoria y antioxidante, por lo que se pueden ver relacionadas con la prevención de algunas enfermedades.

Diversos estudios describen una reducción en los síntomas vasomotores, especialmente en

los sofocos, que pueden generar cambios en los estados de ánimo y en la conducta. Por otra parte, se describe su papel protector contra la osteoporosis. Lo anterior se debe a que las isoflavonas pueden aumentar la producción de osteoblastos, que son células encargadas de la remodelación y regeneración ósea.

Fitoestrógenos en la alimentación

Debemos recordar que estos compuestos están presentes en las plantas, por lo que el factor determinante de que podamos aprovechar sus beneficios es la alimentación. Una dieta deficiente de frutas, verduras y leguminosas puede ser perjudicial para el desarrollo de los síntomas de la menopausia. Existen estudios donde se analiza la calidad de la dieta de las mujeres en esta etapa y se ha observado que mujeres con una dieta deficiente de estos grupos de alimentos, presentan una mayor sintomatología en comparación con las que llevan una alimentación adecuada.

Hay que recordar que el consumo de los grupos de alimentos mencionados, no solo son benéficos en cuanto a su contenido de isoflavonas, sino que se debe tomar en cuenta también que estos alimentos nos aportan fibra, la cual es indispensable para tener una microbiota intestinal variada, ya que la fibra sirve como alimento para las bacterias presentes en los intestinos y, como antes mencionamos, estas bacterias son necesarias para la absorción de estos compuestos.

Por otra parte, tenemos la dieta inflamatoria que puede afectar nuestra salud, no solo en esta etapa de la vida, sino en cualquier edad. Existen estudios donde se relaciona la dieta inflamatoria con el cáncer de mama. Esta dieta incluye alimen-

tos ultraprocesados, con alto contenido de azúcar, grasas saturadas, harinas refinadas, etc. Todo esto, como mencionamos, afecta la microbiota intestinal y puede producir un estrés oxidativo en el cuerpo, es decir, un desbalance entre la producción de radicales libres y antioxidantes. En este sentido, la recomendación siempre será tener una dieta variada, donde se incluyan todos los grupos de alimentos y se eviten alimentos inflamatorios, como azúcar refinada, carbohidratos refinados, refrescos, bebidas azucaradas, carnes rojas y procesadas, grasas saturadas, etc.

¿Hay desventajas por el consumo de fitoestrógenos?

Uno de los principales inconvenientes del consumo de fitoestrógenos es que su efecto, en comparación con los estrógenos producidos por el cuerpo, tienden a ser menores, ya que como hemos mencionado, las moléculas son similares, pero no iguales. Asimismo, la dosis proveniente de las plantas es menor en comparación con los tratamientos farmacológicos que se usan actualmente. Se han reportado casos en los que pueden presentarse síntomas gastrointestinales con el consumo de alimentos que contienen estos compuestos. Se debe tener especial cuidado cuando se presenta hipotiroidismo, ya que el consumo de estos compuestos puede comprometer el efecto de los fármacos administrados y ser perjudicial para el tratamiento.



González-Jiménez E., Cañadas de la Fuente G.A., Fernández-Castillo R., Álvarez-Ferre J. y González-Antón C. (2010). Fitoestrógenos y sus efectos sobre la osteoporosis en la mujer posmenopáusica. *Revista Clínica de Medicina de Familia*, 3(3), 201-205. <https://scielo.isciii.es/pdf/albacete/v3n3/especial3.pdf>

Martínez-Esquivel R.A., García-Aguilar N. y González-Martell A.D. (2022). Beneficios del consumo de alimentos con fitoestrógenos durante el climate-

rio. *Enfermería Universitaria*, 19(4), 514-524. <https://revista-enfermeria.unam.mx/ojs/index.php/enfermeriauniversitaria/article/view/858>

Mendo-Alcolea N., Neyra-Barrios R. y Calderón-Cedeño O. (2023). El uso de los fitoestrógenos para elevar la calidad de vida en las mujeres climatéricas. *Maestro y Sociedad*, (Monográfico Educación Médica), 348-352. <https://maestroysociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/6147/6457>

LA CIENCIA EN EL CINE

Frankenstein de Del Toro

Horacio Cano Camacho



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

Hoy voy a recomendar una película que aún no he visto. Lo sé: suena cuestionable, incluso extraño. Puede ser una pérdida de tiempo, un simple entretenimiento «palomero», irrelevante o totalmente prescindible. Y, sin embargo, me arriesgo. Lo hago porque el tema me parece fundamental, ya que el director —Guillermo del Toro— es garantía de una obra bien hecha y profundamente significativa, y porque viene precedida de elogios en los festivales donde ya se presentó. Para cuando lean estas páginas, quizá ustedes ya la hayan visto y coincidan conmigo. Así que me lanzo al vacío.

Frankenstein es, quizá, uno de los monstruos favoritos del cine. Existen incontables adaptaciones de la novela inmortal de Mary Shelley, con resultados dispares, la mayoría olvidables. Por eso resulta tan llamativo que Del Toro retome este mito. Pero si alguien es capaz de insuflarle nueva vida al personaje y al género, es él: un creador que se mueve con naturalidad entre el terror clásico y la delicadeza ética de lo gótico.

No es extraño que este director explore a fondo al fascinante personaje que Shelley imaginó a los dieciocho años. Desde la publicación de la novela en 1818 hasta los clásicos de James Whale —*Frankenstein* (1931) y *La novia de Frankenstein* (1935)— y versiones recientes como *Frankenstein: Rise of a Monster* (2019), la criatura ha tenido mil rostros. Ahora, Guillermo del Toro se suma a esa tradición con la promesa de una mirada única.

Las expectativas son enormes. No solo porque Del Toro es un maestro en diseñar monstruos memorables y reconocibles, sino porque Frankenstein es uno de los mitos más poderosos de la cultura popular. Su estreno en el Festival Internacional de Cine de Venecia ya encendió el entusiasmo y, a medida que se acerca su llegada a salas y plataformas,

las primeras críticas comienzan a trazar un retrato de una película que promete ser fiel al espíritu de Shelley.

La historia original es bien conocida: Víctor Frankenstein (interpretado aquí por Oscar Isaac), un científico obsesionado con desafiar los límites de la vida y la muerte, construye una criatura a partir de cadáveres y logra darle vida. Horrorizado por su propio logro y rechazado por la sociedad, el ser —encarnado por Jacob Elordi— desarrolla un deseo de venganza que arrastra a todos a la tragedia.

La novela de Shelley, concebida en un ambiente marcado por la Ilustración, el Romanticismo y los primeros experimentos científicos con electricidad y galvanismo, es mucho más que un relato de horror. Es un puente entre la exaltación romántica y la modernidad científica, entre la fascinación por la creación y el miedo a la transgresión. El monstruo no surge de un castillo encantado, sino de un laboratorio: el terror ya no es sobrenatural, sino humano, científico, profundamente ético.

Por eso, *Frankenstein* es considerada la primera novela de ciencia ficción. Se atreve a especular: ¿qué pasaría si pudiéramos crear vida artificial? Y con esa pregunta llegan los dilemas que aún hoy

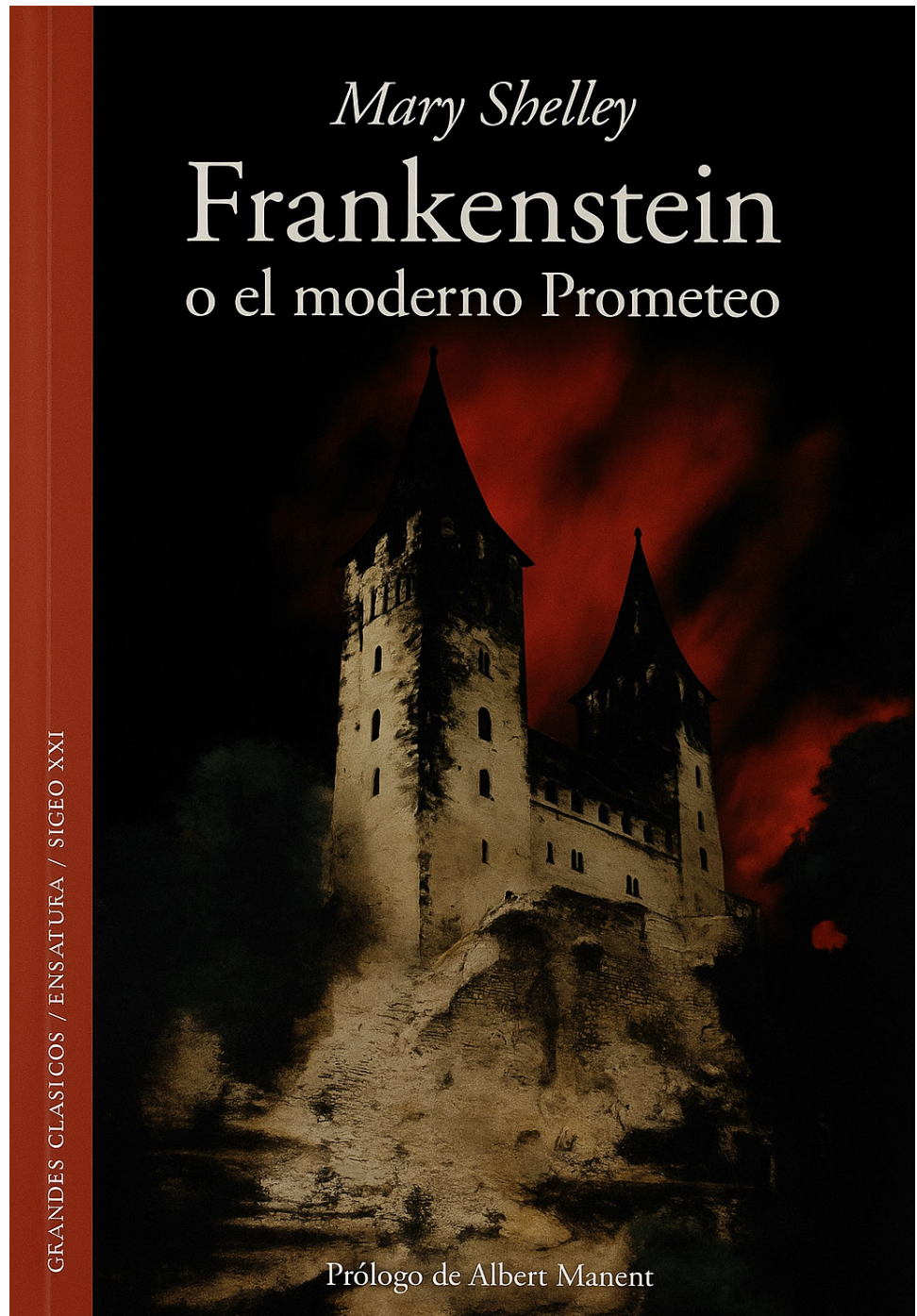


nos persiguen: la responsabilidad del creador, los límites del conocimiento, la soledad de lo distinto. Desde entonces, autores como Verne, Wells, Asimov o Le Guin dialogan con ella, reconociendo en Shelley una madre fundadora.

En este sentido, no sorprende que Del Toro se haya sentido atraído por esta historia. Su cine siempre ha girado en torno a los monstruos, pero no para condenarlos, sino para reivindicarlos.

- En *Cronos* (1993), el vampirismo es deseo de vivir.
- En *El laberinto del fauno* (2006), la fantasía protege a una niña de la brutalidad franquista.
- En *La forma del agua* (2017), la criatura es inocente y el verdadero monstruo es el hombre que la maltrata.

Para Del Toro, la monstruosidad real no está en las criaturas deformes, sino en la crueldad, en la ambición y en el abuso de poder. Su estética barroca —colores saturados, decorados recargados, contrastes de luz y sombra— convierte a sus películas en cuentos oscuros donde la compasión siempre se abre paso. Los fantasmas y seres extraños de su filmografía no son villanos: son memorias, víctimas, símbolos de lo reprimido.



Con *Frankenstein*, Del Toro dialoga directamente con Shelley, Poe y Lovecraft, pero lo hace desde su propia raíz latinoamericana: con barroquismo, sensibilidad popular, memoria histórica y un profundo humanismo. El gótico, en sus manos, deja de ser europeo para convertirse en un lenguaje universal de emoción y crítica.

Por todo esto, me declaro impaciente. Aun sin verla, me atrevo a recomendarla. Porque sé que Guillermo del Toro, con su mirada ética y su pasión por los monstruos, nos recordará algo esencial: que lo más humano puede encontrarse en lo monstruoso... y que, al final, los verdaderos monstruos podemos ser nosotros mismos.

NATUGRAFÍA

Serpiente gato tau (*Trimorphodon tau*)

* Miguel Gerardo Ochoa Tovar



La serpiente gato tau (*Trimorphodon tau*) es endémica de México. Posee ojos con pupilas verticales que recuerdan a los de un felino, de ahí su nombre. Se alimenta de lagartijas e insectos, ayudando a mantener el equilibrio natural. Aunque tiene veneno, es de baja potencia y no representa peligro para el ser humano, pero sí un gran valor ecológico al controlar poblaciones de lagartijas, roedores y aves.

QUEHACER CIENTÍFICO NICOLAITA

13° Verano Nicolaita de Investigación 2025

*M.C. Luis María Suárez Rodríguez



Del 09 de junio al 18 de Julio de 2025, decenas de estudiantes universitarios descubrieron que la ciencia se estudia en los libros, pero también se puede vivir, experimentar y compartir. A través de un programa de estancias académicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo el “13° Verano Nicolaita de Investigación 2025”, 452 jóvenes de distintas disciplinas tuvieron la oportunidad de trabajar con investigadores e investigadoras de esta casa de estudios, integrándose a proyectos reales y enfrentando los retos que acompañan la generación de conocimiento.

La experiencia que cada estudiante encontró fue enriquecedora ya que contaban con 10 diferentes áreas del conocimiento disponibles para aportar un crecimiento en su área de interés, así como mirar más allá de sus propios límites. En las

ciencias de la conducta, por ejemplo, se abordaron preguntas enfocadas en cómo pensamos, sentimos y actuamos en un mundo en constante cambio. En las disciplinas agropecuarias, forestales y de ecosistemas, en cambio, mostraron el rostro más cercano a la tierra, con proyectos orientados a la innovación y a la producción sostenible, a la seguridad alimentaria y al aprovechamiento de los recursos naturales. En las ciencias físico-matemáticas y ciencias de la tierra, los estudiantes descubrieron la belleza de los números y su aplicación, desde modelos abstractos hasta las aplicaciones prácticas para transformar la tecnología del futuro. Con las ciencias sociales, los y las estudiantes tuvieron la posibilidad de analizar fenómenos políticos, económicos y culturales que inciden directamente en la vida cotidiana.

En medicina y ciencias de la salud, se desarrol-

laron proyectos encaminados a innovaciones para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, llevándolos a la reflexión sobre la prevención y el bienestar. Para las ingenierías y el desarrollo tecnológico, se buscó la creatividad al diseñar, construir y optimizar procesos y tecnologías que dan respuesta a problemas actuales, como energía y movilidad. Las humanidades fueron el componente humano y crítico, invitando a los participantes a pensar en los valores, la historia y la identidad cultural. Con la biología y la química, se asomaron a los misterios de la vida en todas sus formas para la comprensión de procesos que ocurren en lo invisible, pero que sostienen el mundo visible. Un aspecto especialmente valioso en esta edición fue la presencia de proyectos interdisciplinarios, donde se buscó resolver problemas complejos, demostrando que el conocimiento se fortalece cuando se cruza, se combina y se enriquece.

La culminación del programa se dio en el 13º Congreso del Verano Nicolaita de Investigación 2025, un evento que se llevó a cabo los días 13 y 14 de agosto de 2025 con una intensa actividad académica en ciudad universitaria de nuestra Univer-

sidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Ahí, los estudiantes presentaron los resultados de sus estancias, en 4 mesas de sinergia en un ambiente de genuino entusiasmo científico y cuyo lema fue “La ética y la bioética en la vida cotidiana”, un espacio que buscó en todo momento, ser una voz representativa de una nueva generación de científicos en formación. Más allá de los resultados específicos, el verano nicolaita promovió una enseñanza profunda: la ciencia es un camino compartido. Los estudiantes no solo aprendieron técnicas de laboratorio, metodologías de análisis o teorías especializadas, también descubrieron la importancia de la colaboración, la curiosidad y la creatividad que nutren la comunidad científica con su talento joven, con sus mentes dispuestas a preguntar, proponer y transformar, como recordatorio de que la investigación es también una aventura de descubrimiento personal y colectivo. Con esta edición, no termina el camino, por el contrario, esperamos que se abran nuevas sendas para que más jóvenes se atrevan a mirar al mundo con ojos de ciencia, hasta la próxima edición 2026 ¡Los esperamos!

**Coordinador del 13º. Verano Nicolaita*



