

sabermás

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



Año 12 / Número 72/ 2023
Morelia, Michoacán, México

U.M.S.N.H.

ISSN 2007-7041



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

ISSN-2007-7041

CONTENIDO



Dana Adaid Becerra Zaragoza y Mauricio Alejandro Santos Pérez
Ambos estudiantes de la Facultad de Bellas Artes de la UMSNH
Técnica: Ilustración digital

Switch epigenético: Un genoma, más de 200 epigenomas

46

ARTÍCULOS	<i>Salmonella</i> en el agua superficial: Un enemigo invisible	19
	Los hongos, novedosas máquinas de la industria	23
	¿Cómo funcionan nuestras emociones?	28
	Tácticas ofensivas y defensivas de <i>Staphylococcus aureus</i> : Un enemigo microscópico peligroso	33
	Residuos queseros, ¿transformados en aroma a rosas?	38
	El tejido adiposo ¿Un simple almacén de grasa?	41
	¿La bioenergía beneficia a la sociedad?	54
	Economía circular y logística inversa: En pro del planeta	57
	¿Por qué preocupa el gas shale?	62
	Transición energética sostenible: Un reto en la actualidad	67
	Las alergias ocasionadas por alimentos, ¿pueden prevenirse?	72
	¿Qué es el control biológico en la agricultura?	76
	Kombucha: Una bebida milenaria con un potencial sorprendente	81
	Hambre Cero ¿Agroecología como respuesta?	85



19



28



38



54



62



72

ENTÉRATE

Las abejas también se enferman 6

¿Cuántos museos y centros de ciencia tenemos en México? 9

TECNOLOGÍA

Micas de hidrogel y la composición de la gelatina 90

UNA PROBADA DE CIENCIA

Bacterias, bichos y otros amigos 93

CIENCIA EN POCAS PALABRAS

¿Qué dices, la hacemos de tos? 96

LA CIENCIA EN EL CINE

El canto del cisne 101

NATUGRAFÍA

Tecolote Bajero 107

PRIMER INFORME

Yarabí Ávila González 108-113



Entrevista Maby E. Sosa Pineda y Estrellita L. Oseguera Mújica

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

13

DIRECTORIO



Rectora

Dra. Yarábí Ávila González

Secretario General

D. C. E. Javier Cervantes Rodríguez

Secretario Académico

Dr. Antonio Ramos Paz

Secretario Administrativo

Dr. Edgar Martínez Altamirano

Secretario de Difusión Cultural

Dr. Miguel Ángel Villa Álvarez

Secretaría Auxiliar

Mtra. Mónica Gutiérrez Legorreta

Abogado General

Dr. Raúl Carrera Castillo

Tesorero

C. P. Enrique Eduardo Roman García

Coordinador de la Investigación Científica

Dr. Jesús Campos García

SABER MÁS REVISTA DE DIVULGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, Año 12, No. 72, noviembre - diciembre, 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, 29 de diciembre de 2023. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Esta revista puede ser reproducida con fines no lucrativos, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica. De otra forma requiere permiso previo por escrito de la institución y del autor.



Director

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

Editor

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

Comité Editorial

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

Dr. Cederik León de León Acuña
Instituto de Física y Matemáticas
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Morelia, Michoacán. México.

Dra. Ek del Val de Gortari
Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y
Sustentabilidad (Campus Morelia)
Universidad Nacional Autónoma de México
Morelia, Michoacán. México.

M.C. Ana Claudia Nepote González
Escuela Nacional de Estudios Superiores (Unidad
Morelia) Universidad Nacional Autónoma de México
Morelia, Michoacán. México.

Dr. Luis Manuel Villaseñor Cendejas
Escuela Nacional de Estudios Superiores (Unidad
Morelia) Universidad Nacional Autónoma de México
Morelia, Michoacán. México.

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

Diseño y Edición

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

Corrección de estilo

Lourdes Rosangel Vargas

Administrador de Sitio Web

C.P. Hugo César Guzmán Rivera

Saber Más Media

M en C Miguel Gerardo Ochoa Tovar

EDITORIAL

Con este número terminamos la publicación de los seis números del volumen 12 (2023) de *Saber Más*, más uno especial sobre plantas. Se publicaron 102 artículos de divulgación científica más los de cada una de las secciones regulares como la Entrevista, Entérate, La Ciencia en Pocas Palabras, Tecnología, Una probada de Ciencia, La Ciencia en el Cine, Natugrafía e Infografía. Este año se decidió la publicación de 15 artículos por número debido a la gran cantidad de artículos que recibimos y éstos no tengan más de 12 meses de demora para su publicación y continúen con la calidad y diversidad de temas, que caracteriza a *Saber Más*.

Este número contiene temas muy variados, iniciando con el seleccionado como el artículo de portada, que nos presenta a la epigenética, como la responsable de que una secuencia genómica específica crea una amplia ventana de diversos tipos celulares. Además, te damos 14 artículos para saber más de bacterias y hongos, de energía y transformación en varios sentidos, de alergias, del tejido adiposo, de alimentos y de agricultura. Por ejemplo, ¿sabías qué es la kombucha? ¿sobre los aportes de los hongos en diferentes industrias? y ¿de la economía circular? Los autores de estos artículos y de los demás que componen este número, son expertos en los temas, que nos definen y describen los aportes de la ciencia y la tecnología, para estar enterados de lo que actualmente sucede.

También los artículos de cada sección fueron especialmente seleccionados para darte más opciones de *Saber Más*, en la sección Entrevista, en esta ocasión nos la brindan Maby Elizabeth Sosa Pineda y Estrellita Oseguera Mujica, compañeras en las que recae el trabajo de divulgación del Departamento de Comunicación de la Ciencia de nuestra Universidad y en la creación de nuestra revista *Saber Más*. En Entérate puedes leer "Las abejas también se enferman" y saber acerca de "¿Cuántos museos y centros de ciencia tenemos en México?"; en Tecnología, sobre "Micas de hidrogel y la composición de la gelatina"; en Una Probada de Ciencia "Bacterias, bichos y otros amigos"; en La Ciencia en Pocas Palabras ¿Qué dices, la hacemos de tos?; en La Ciencia en el Cine "El canto del cisne"; en Natugrafía "Tecolote Bajero".

Continúa colaborando con *Saber Más* como autor de artículos de divulgación científica, como parte de lo(a)s lector(a)s constantes, que el comité y equipo de la edición de la revista, siempre estamos trabajando para compartir un nuevo número cada bimestre. Espera pronto el primer número del volumen 13 (No. 73, enero-febrero 2024), un número especial sobre temas de salud y los cinco números restantes del año. Escribe, lee y comparte ciencia.

Dr. Rafael Salgado Garciglia
Director Editorial



ENTÉRATE

Las abejas también se enferman

*Carlos Horacio Acosta-Muñiz y Gerardo Pérez-Ordóñez



<https://pixabay.com/es/photos/bee-muerto-los-pesticidas-macro-3419634/>

La apicultura es una de las **actividades productivas más antiguas de la humanidad** basada en la crianza y cuidado de las abejas (*Apis mellifera*), con lo que se obtienen una diversidad de productos como miel, cera, polen, propóleo, jalea real y veneno de abeja, además, sabemos de su **utilidad en el proceso de polinización**, importante en la agricultura. Aproximadamente, un tercio de los alimentos que consumimos dependen de estos insectos, siendo la abeja el polinizador más popular y efectivo en todo el mundo. Desafortunadamente, en las últimas décadas **las poblaciones de abejas**

han disminuido en varias regiones del planeta. Entre los diversos factores asociados a esta pérdida se encuentra el uso indebido de los plaguicidas, las enfermedades, los parásitos y las malas prácticas en la apicultura.

Se ha observado que las abejas, como cualquier otro organismo vivo, son susceptibles a una **amplia variedad de agentes patógenos** que ocasionan un efecto negativo en el desarrollo y en la productividad de la colmena, así como en el nido de una colonia de abejas. No obstante, existen **medidas que los apicultores pueden utilizar para**

ayudar a las abejas a mantener un **sistema inmune fuerte y ser menos susceptibles a enfermedades y plagas**. Estas incluyen la alimentación artificial cuando existe escasez de alimento, evitar el uso de plaguicidas o de antibióticos en la colmena, ubicar las colmenas en zonas donde exista buena calidad de luz y ventilación o la esterilización del material de trabajo para evitar una contaminación cruzada entre colmenas. Por lo tanto, **conocer las principales enfermedades y plagas de las abejas, así como realizar su diagnóstico temprano, es crucial para tomar medidas efectivas** de control que puedan ayudar a la conservación de estos polinizadores.

Enfermando a los pequeños de la colmena

La cría de abeja se enfrenta, principalmente, a dos enfermedades bacterianas conocidas como **loque americana y loque europea**. Estas son consideradas como las más peligrosas; su prevención es difícil y, sin el tratamiento adecuado, **ocasionan la muerte de colmenas** y la pérdida completa de los apiarios. La infección comienza una vez que las bacterias son **ingeridas por la larva en el alimento contaminado** y se multiplican en su aparato digestivo hasta matarla. La bacteria relacionada a loque americana, es capaz de formar esporas que pueden permanecer activas por décadas, lo cual dificulta su eliminación. En casos graves, el apicultor debe **quemar sus colmenas para evitar una mayor propagación del patógeno**, y aunque existen antibióticos para intentar controlar la enfermedad, se ha

reportado la resistencia de la bacteria a varios de estos productos, por lo cual el desinfectar el material de trabajo y alimentar las colmenas en épocas de escasez, puede ayudar a mantener un mejor sistema inmune en las abejas para ambas enfermedades.

Otra de las enfermedades que afecta a las larvas de abejas es la **cría calcificada o cría de cal**, llamada así debido a su principal signo que es la presencia de larvas similares a trozos de yeso. Esta enfermedad es un **problema de relevancia económica** para la apicultura porque **reduce casi a la mitad la producción de miel**. La enfermedad la causa un hongo que da lugar a la formación de esporas y suele ser más frecuente y severa en colmenas débiles con humedad alta o en colmenas con un uso excesivo de antibióticos. Las larvas ingieren las esporas del hongo a través del alimento y este crece en el intestino de la larva, perforando su aparato digestivo y ocasionándole la muerte. A la fecha, **existen pocos fungicidas para el control de esta enfermedad**, debido a la poca importancia que se le había dado, por lo cual el mantener colmenas fuertes, sanas y en ubicaciones con buena ventilación y luz puede ayudar a prevenir esta enfermedad.

¿Quién enferma a las abejas adultas?

Nosemosis. La enfermedad más común y de fácil diseminación en abejas es la nosemosis, una **enfermedad del tracto digestivo** causada también por un hongo. Esta infección provoca inflamación



Abejas muertas en una colmena



Incineración de colmenas por loque americana

del sistema digestivo de la abeja **causando diarrea y evitando que aproveche el alimento**, lo que genera debilidad impidiendo que la abeja pueda volar. Los daños que esta enfermedad ocasiona pueden ser **muy graves cuando el nivel de infección es elevado**, ocasionando un debilitamiento del sistema inmune, e incluso se la ha considerado como la causante del despoblamiento de abejas en las colmenas. En la actualidad, **su tratamiento es difícil**, ya que los micóticos pueden ser tóxicos, por lo cual utilizar estrategias de prevención puede ser la mejor opción para la colmena.

Varroasis. Es la plaga más grave y común en abejas **causada por un ácaro** que busca las zonas blandas para perforarlas y **succionar la hemolinfa de las abejas**, lo que permite la **entrada de toxinas y microorganismos** causantes de otras enfermedades. Una abeja infectada por este ácaro vive la mitad del tiempo que una sana, además de **causar malformaciones** en alas, abdomen, tórax y patas. Por ello, cuando el número de abejas infectadas en una colonia es alto, los daños ocasionados por la enfermedad son severos, en donde **la colmena completa puede desaparecer**. De igual manera, este ácaro puede ser portador de virus patógenos para las abejas como el virus de las alas deformes, virus de cachemira, virus de la cría sacciforme, virus de la parálisis aguda y virus de la parálisis aguda de Israel. Todos ellos causan enfermedades mortales y se les ha relacionado con el síndrome de colapso de las abejas. **Existen en el mercado productos químicos para el tratamiento**, sin embargo, pueden llegar a generar resistencia en el ácaro causal de la enfermedad y algunos pueden llegar a ser tóxicos, por lo cual se continúa con la búsqueda de nuevas estrategias que ayuden a disminuir la incidencia de la enfermedad en la colmena.

Es importante recordar que estas enfermedades en las abejas **pueden prevenirse si los síntomas se detectan a tiempo y si el manejo o el cui-**



dado de la colmena es el adecuado. Debido a que la mortandad de abejas registrada en los últimos años está en aumento, se ha generado una **mayor concientización para la protección de estos polinizadores**. Conocer más acerca de estas enfermedades, ayuda a la búsqueda de nuevas estrategias que mejoren la salud de estos insectos y, a su vez, permiten fortalecer el desarrollo para una apicultura más sustentable y para el cuidado de nuestros ecosistemas.

***Carlos Horacio Acosta-Muñiz.** Investigador titular, Laboratorio de Microbiología y Biología Molecular del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C. (CIAD), Unidad Cuauhtémoc, Chihuahua.
cacosta@ciad.mx

***Gerardo Pérez-Ordóñez.** Estudiante del Doctorado en Ciencias, Laboratorio de Microbiología y Biología Molecular del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C. (CIAD), Unidad Cuauhtémoc, Chihuahua.
gerardo.perez@estudiantes.ciad.mx

Khalifa S., Elshafey E. H., Shetaia A. A., El-Wahed A., Algethami A. F., Musharraf S. G., AlAjmi M. F., Zhao C., Masry S., Abdel-Daim M. M., Halabi M. F., Kai G., Al Naggari Y., Bishr M., Diab M., El-Seedi H. R. (2021). Overview of Bee Pollination and Its Economic Value for Crop Production. *Insects*, 12(8), 688. <https://doi.org/10.3390/insects12080688>

Tantillo G., Bottaro M., Di Pinto A., Martella V., Di Pinto P., Terio V. (2015). Virus Infections of Honeybees *Apis Mellifera*. *Italian Journal of Food Safety*, 4 (3), 5364. <https://doi.org/10.4081/ijfs.2015.5364>

doi.org/10.4081/ijfs.2015.5364

Tapia-González J. M., Alcázar-Oceguera G., Macías-Macías J. O., Contreras-Escareño F., Tapia-Rivera J. C., Chavoya-Moreno F. J., Martínez-González J. C. (2017). Nosemosis en abejas melíferas y su relación con factores ambientales en Jalisco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(3), 325-330. <https://www.pagepressjournals.org/index.php/ijfs/article/view/ijfs.2015.5364/4825>

ENTÉRATE

¿Cuántos museos y centros de ciencia tenemos en México?

*Ana Claudia Nepote



Los museos y centros de ciencia son instituciones culturales que se consideran **aliados de la enseñanza, promotores de vocaciones y de la formación de culturas científicas**. En todo el país existe al menos un museo o un centro de ciencia vinculado con alguna disciplina científica; resulta importante conocer su historia, sus orígenes y, sobre todo, participar de sus actividades. Un grupo de investigadores y de divulgadores de América Latina, se dieron a la tarea de recopilar la información básica de la mayor cantidad de museos y de centros de ciencia que existen en la región de América Latina y el Caribe.

En 2023 se presentó la segunda edición de la más completa guía que nos dice quiénes son y dónde se ubican estas instituciones. Esta publica-

ción destaca para México la red de planetarios de Quintana Roo, sus museos de historia natural de larga tradición, cinco jardines botánicos, e importantes museos y centros de ciencia que iniciaron su desarrollo en la década de los ochentas y noventas del siglo pasado. **La vigencia de estos espacios depende, en gran medida, de los visitantes que acuden a recorrer sus salas** y que forman parte de las actividades que ofrecen, de esta manera se podrá mantener el invaluable patrimonio cultural y científico que en ellos existe.

Primera *Guía de Centros y Museos de Ciencia de la región*

En 2015, la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología de América Latina y el Caribe —

conocida como RedPOP—, publicó la primera *Guía de Centros y Museos de Ciencia de América Latina y el Caribe*, edición en la que participaron más de 470 museos que resultó en una **especie de «sección amarilla»** en donde las personas pueden obtener referencias básicas de los museos y de los centros de ciencia que se pueden visitar desde México hasta Chile.

Desde entonces, ocurrieron algunos acontecimientos importantes en el campo de la comunicación de la ciencia y de los museos como instituciones culturales de gran valor. En 2020, por ejemplo, inició la pandemia por coronavirus que obligó el cierre de escuelas, de centros de trabajo y de lugares de entretenimiento como cines, salas de concierto y museos. Apenas en mayo de 2023, la Organización Mundial de la Salud declaró el fin de la emergencia sanitaria internacional por la COVID-19; las sociedades tuvieron que adaptarse y modificar estilos de vida durante casi tres años. En este periodo, **muchos museos adaptaron sus contenidos a formatos virtuales** y otros tantos tuvieron que cerrar sus puertas de manera indefinida.

Como muchas instituciones educativas y culturales, **los museos y los centros de ciencia están en constante actualización**, tanto de sus contenidos como de la oferta de actividades y de servicios

que tienen para su público. Parte de este trabajo de actualización y de reflexión colectiva, se refleja en la más reciente definición de lo que se entiende, de manera general, por museo. En 2022, durante la 26ª Conferencia General del Consejo Internacional de Museos, celebrada en la República Checa, diversos representantes de museos del mundo presentaron el trabajo que realizaron por meses para acordar una **nueva propuesta del concepto de museo**. Esta nueva definición reconoce a los museos como:

Instituciones sin ánimo de lucro, permanente y al servicio de la sociedad, que investigan, coleccionan, conservan, interpretan y exhiben el patrimonio material e inmaterial. Están abiertos al público, son accesibles e inclusivos y fomentan la diversidad y la sostenibilidad. Con la participación de las comunidades, los museos operan y comunican ética y profesionalmente, ofreciendo experiencias variadas para la educación, el disfrute, la reflexión y el intercambio de conocimientos.

El valor y la importancia que tienen los museos para la educación y para la formación de la ciudadanía en los países latinoamericanos, ha sido documentado por varios investigadores entre los que destaca Jorge Wegensberg, quien reconoció a **los museos como proveedores de estímulos a favor**





del conocimiento científico y de la opinión basada en evidencias científicas, pero, sobre todo, a partir de la experiencia y emociones de quienes visitan los museos.

Investigar, coleccionar, conservar e interpretar en América Latina

A partir de la nueva edición publicada en 2023 de la **Guía de Centros y Museos de Ciencia de América Latina y el Caribe**, se logró registrar un total de **448 museos y centros de ciencia**, algunos de ellos son museos virtuales que respondieron a la reconfiguración del mundo de los museos como consecuencia de la pandemia. En comparación con la primera edición de la *Guía*, existe un déficit de una veintena de instituciones que no se reportaron para esta nueva edición. No obstante, las autoras aclaran que no pretende ser un documento exhaustivo que documente todos y cada uno de los museos de la región.

La categoría «museos de ciencias» en la *Guía*, publicada por la RedPOP, incluye de manera amplia museos de historia natural y de las ciencias sociales como son la antropología, la historia, la arqueología o la etnografía. También incluye centros interactivos, acuarios, planetarios, zoológicos, jardines botánicos y parques ambientales. De esta manera, la

Guía, que es una publicación digital y de descarga libre, busca **dar a conocer estos importantes espacios culturales que complementan la educación y la cultura científica en la ciudadanía.**

Museos y centros de ciencia en México

Después de Brasil y Colombia, **México ocupa el tercer lugar de la región con 46 museos y centros de ciencia distribuidos en 20 estados de nuestro país**, incluyendo la Ciudad de México. Entre las instituciones registradas para México destaca por su antigüedad el **Observatorio Astronómico y Meteorológico del estado de Jalisco**, el cual permanece en su ubicación actual **desde 1894**, cuenta con una biblioteca especializada y ofrece periódicamente charlas y actividades de divulgación para todo público en la ciudad de Guadalajara. Entre los museos de mayor antigüedad del siglo XX, se registró el **Museo de Historia Natural y Cultura Ambiental inaugurado en 1964**, ubicado en Chapultepec en la Ciudad de México y por su peculiar arquitectura forma parte del patrimonio arquitectónico de la capital del país, pues sus cúpulas fueron diseñadas por el arquitecto Leónides Guadarrama. Este Museo inició en 2016 un proceso de renovación que aún continúa. Vale la pena visitarlo para conocer más de 2 700 piezas de exhibición.

Ilustración: Patricia Rezende de Castro.



Otra de las instituciones pioneras que tenemos en México es el **Jardín Botánico del Instituto de Biología, fundado en 1959** por los doctores Faustino Miranda, Manuel Ruiz Oronoz y Efrén del Pozo. Su colección al aire libre permite admirar más de 1 600 especies de plantas que

crecen en desiertos, en bosques y en selvas mexicanas. Este jardín es una especie de refugio para que los habitantes de la Ciudad de México puedan estar en contacto con la naturaleza, además el personal educativo programa muy diversas actividades educativas y de divulgación ambiental.

Además del Jardín Botánico del Instituto de Biología, la *Guía* incluyó otros cuatro jardines ubicados en San Luis Potosí, Mérida, Chiapas y Cadeyeta, en Querétaro. El único zoológico registrado en esta publicación fue el **Museo Zoológico César Domínguez Flores**, ubicado en Chiapas, fundado en 1942 y, posteriormente, trasladado al Zoológico en la Reserva El Zapotal en 1980.

Al revisar la lista de museos y centros de ciencia mexicanos, llama la atención algunos de los **museos temáticos** que se encuentran en nuestro país: **Museo de la Mujer**, en Ciudad de México; **Museo de Paleontología**, en Guadalajara; **Centro Mexicano de la Tortuga**, en Mazunte, Oaxaca; **Mu-**

seo Histórico Naval, en Acapulco, Guerrero; **Museo del Acero**, en Monterrey, Nuevo León; **Museo del Agua**, en Puebla. Es importante mencionar que en la Ciudad de México existe el primer museo del mundo dedicado a la economía que abrió sus puertas en 2006, se trata del **Museo Interactivo de Economía**.

En suma, **cada uno de estos espacios**, más los que faltaron por registrarse en la *Guía*, **conforman un patrimonio cultural y científico de gran valor** que permite a muchas familias mexicanas y a docentes de todos los niveles educativos, estimular el aprendizaje y la reflexión sobre un sinnúmero de temáticas que se vive nuestra sociedad contemporánea. Gracias al esfuerzo y al compromiso de muchas mentes creativas, los museos y los centros de ciencia se mantienen abiertos y buscan actualizar sus contenidos constantemente. **Esta Guía es una invitación a conocer las instituciones** que tenemos en nuestro país, a considerar visitar un museo, un planetario o un jardín botánico si tenemos la oportunidad de viajar a otra ciudad. Incluso, si llegamos a visitar algún otro país de América Latina, vale la pena conocer previamente cuáles y qué tipo de museos tienen.

La respuesta corta a este artículo es que en México tenemos 46 museos y centros de ciencia registrados en la más reciente edición de la *Guía de Centros y Museos de Ciencia de América Latina y el Caribe*, pero como no es una publicación exhaustiva, **seguramente podemos contar más de 50 museos**. De nosotras y nosotros, la ciudadanía, depende que estos espacios culturales sigan desarrollándose y que en sus salas y exhibiciones encontremos objetos, historias e imágenes que estimulen conversaciones y generen ideas para una sociedad más democrática, justa y sostenible.

***Ana Claudia Nepote**. Profesora de tiempo completo en la Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México.
nepote@enesmorelia.unam.mx



Massarani L., Patiño-Barba M. L., Amorim L. y Arantes-Reis R. (2023). *Guía de centros e museos de ciencia da América latina e do Caribe 2023*. Fiocruz-COC, Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe (RedPOP) e Instituto Nacional de Comunicação Pública da Ciência e Tecnologia (INCT-CPCT). <https://redpop.lat/noticias/gua-de-centros-y-museos-de-ciencia-en-amrica-latina-y-el-caribe>

Nepote J. y Aguirre C. (coords.). (2021). *Instrucciones para armar museos de ciencias*. México, Editorial Universidad de Guadalajara.

Sánchez-Mora M. C. (coord.). (2022). *El museo de ciencias como objeto de estudio: Una mirada metodológica*. México, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM.

ENTREVISTA

Estrellita L. Oseguera Mujica y Maby E. Sosa Pineda

Por: Horacio Cano Camacho



En esta sección, siempre entrevistamos a investigadores e investigadoras cuyo trabajo se distingue, por la contribución al conocimiento, por la formación de recursos humanos y sus trabajos innovadores. Y ello es muy importante, no tenemos ninguna duda. Sin embargo, creemos que quienes nos apoyan en las labores de divulgación, en la creación de la propia revista *Saber más*, y en las tareas cotidianas del Departamento de Comunicación de la Ciencia de nuestra Universidad, también tienen una importancia capital. Por este motivo hoy les presentamos a dos pilares de estas actividades: Maby Elizabeth Sosa Pineda y Estrellita Oseguera Mujica, sostén de la divulgación en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Hola, compañeras, gracias por aceptar esta entrevista, que creo, pocas veces las incorporamos en la revista y otras actividades que ustedes mismas crean...

Por qué no nos platican, de manera breve, cómo comenzaron a trabajar en divulgación, sé que su historia es larga al respecto.

Maby: Hola muy contenta de tener la oportunidad de platicar un poco sobre esta labor que realizo y que me encanta hacer. Ya tengo una larga historia en la Universidad pero a la divulgación llegué por azares del destino. Por alguna razón (otro día se los cuento), solicité mi cambio de área y al estar averiguando a donde podría hacerlo me encontré con Aurora Pineda, quien en ese momento

era la titular de la Casita de la Ciencia, hoy Departamento de Comunicación de la Ciencia y al platicarle que estaba buscando un cambio de dependencia me comentó que ella tenía lugar para mi y me explicó un poco de que se trataban las actividades, me gustó mucho la idea y de inmediato le dije que sí. Por lo que estoy muy agradecida con ella al darme la oportunidad de conocer este lado de la Universidad Michoacana, eso hace ya alrededor de 15 años.

Estrellita: Mi historia de vida ha estado ligada siempre a la Universidad Michoacana, y el capítulo en el Departamento de Comunicación comienza hace casi 20 años, en los cuales he tenido contacto con muchas personas por demás interesantes, desde niños llenos de chispa y preguntas curiosas, hasta grandes investigadores, siempre dispuestos a compartir con los demás su conocimiento.

Ha sido un camino lleno de experiencias buenas y malas, el proceso siempre ha dejado aprendizaje. Tenemos un anecdotario muy variado.

Una pregunta que -seguramente- puede pasar por extraña. Se muy bien que ustedes son profe-

sionales de su trabajo, pero ¿les gusta, o mejor dicho qué les gusta de este trabajo?

M: Eso está difícil, la verdad, me gusta todo lo que hago, yo no soy divulgadora pero considero que soy parte importante (al menos en el Departamento) de la divulgación. Soy como se diría la parte del trabajo que no se ve o el detrás de cámaras. Desde el Departamento coordinamos varios eventos de divulgación de la ciencia tales como conferencias, talleres, cursos, diplomados, el verano para niños, programas de radio, el ya muy conocido *Tianguis de la Ciencia*, que es el evento de divulgación más grande que tenemos en la Universidad, así como la revista *Saber Más* en la que me encargó de la parte del diseño y formación por lo que aprendo mucho (como en todo lo que organizamos) al leer los artículos para poder ilustrarlos de la forma adecuada. ¡La verdad no podría decir que es lo que más me gusta hacer, el asunto de la logística me emociona mucho y el trato con la gente me encanta!

E: Al principio fue complicado entrar en un mundo con el cual no estaba muy relacionada, pero con el paso del tiempo entendí que esta labor es





muy bonita, gratificante y además muy divertida. Mi trabajo es todo menos rutinario, siempre hay algo nuevo que hacer, herramientas nuevas para hacerlo más eficiente, personas con quien platicar y de las cuales aprender.

Después de concluir una actividad, que pudo durar unas cuantas horas, ¿miran hacia atrás? A lo que representó en trabajo, tiempo, esfuerzo. Mucha gente, los investigadores incluidos, pueden pensar que es algo automático...

M: ¡Por supuesto que sí! Ver el resultado de todo el esfuerzo es muy gratificante y el que te digan un buen comentario o no tan bueno siempre es bien recibido y así ver en que acertamos o que no estuvo tan bien, todos los días se aprende.

E: Cuando se termina cada actividad, sabemos que siempre hay aspectos a mejorar. En la medida de lo posible, hay que platicar con las personas involucradas en cada evento para tener el sentir de las partes vinculadas en el proceso. En lo personal, me siento contenta con cada programa realizado,

porque desde la planeación se fijan los objetivos y rutas a seguir y en general, éstos se cumplen. En la mente siempre tengo la idea de que podemos cometer errores, siempre y cuando no sean los mimos de la vez anterior.

Ustedes realmente trabajan como gestoras y enlaces de la divulgación en la universidad y más allá, ¿se han preparado para ello?

M: ¡Si claro! Además de lo que se aprende día a día, con los años de experiencia siempre cursamos todos los talleres y diplomados que aquí se realizan y también buscamos completar nuestra formación con los cursos fuera de la universidad, todo lo que tenga que ver con divulgación. Siempre es importante seguir aprendiendo y actualizarse.

E: Si, he tomado varios diplomados en Divulgación de la Ciencia, talleres sobre habilidades digitales, sobre artes escénicas en Divulgación de la Ciencia, creatividad para el fomento de la Divulgación, entre otros.

Además de eso, hemos desarrollado una capacidad para ver en las personas el potencial que probablemente no saben que tienen y si lo saben trabajamos en el cómo mejorarlo... hay divulgadores que son excelentes con el público infantil, otros que conectan de maravilla con alumnos de bachillerato, licenciatura y posgrado, pero no nos olvidamos de sectores con los que tenemos contacto, la familia, que es un nicho de oportunidad maravilloso para la comunicación de la ciencia.

¿Cómo es un día de ustedes? Conocemos una expresión, que tal vez a la gente de fuera de nuestra actividad no les diga mucho: "modo tianguis", ¿qué significa?

M: como en todos los trabajos hay días normales, otros muy relajados y otros con mucha presión por ejemplo cuando entramos en el modo tianguis... si es simpático el término, que aplicamos en cierta temporada del año de la cual ya estamos muy cerca, por cierto, en el Departamento de Comunicación de la Ciencia nos transformamos en ese

"modo tianguis" justamente cuando empieza todo el trajín de la organización de este evento en donde estamos por varios meses en ese estrés que genera el organizar un evento de esa naturaleza mucha información, mucha gente, muchas cosas que ver y no dejar pasar, no es nada fácil pero yo podría decir que es un estrés muy disfrutable con este evento descubrí que trabajo mejor bajo presión. No se si sea bueno o no, pero la verdad me gusta.

E: Somos un grupo de trabajo pequeño, pero diverso y eso justamente lo hace fenomenal. En el Departamento de Comunicación de la Ciencia, hay días de todo tipo, desde los días un poco monótonos, chuscos, cansados y otros con actividad intensa.

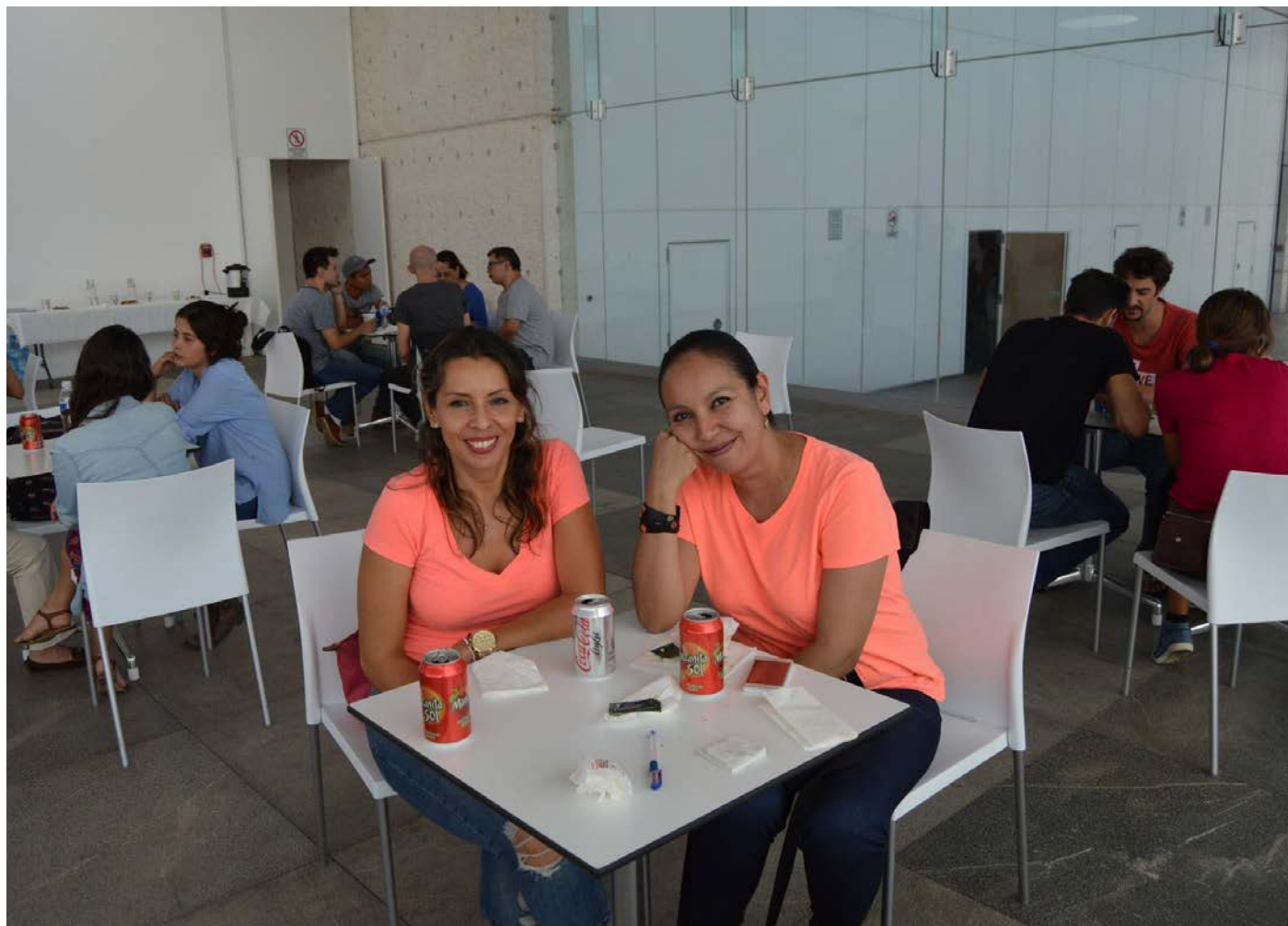
Hay ocasiones en que la energía es drenada casi en su totalidad, un ejemplo de ello son los días de Vive la Ciencia en Verano (curso de verano para niños de 6 a 12 años). Son días donde estamos en cuerpo y alma con los menores, las mañanas corren entre ojitos llorosos (a veces), al despedirse de papá o mamá, risas, abrazos, caras de sorpresa, carcajadas, travesuras (geniales cuando las contamos después), si corremos con suerte nos comparten una

galleta... pero principalmente nos comparten esa sonrisa sincera que un niño siempre tendrá.

El modo tianguis es otra historia, son los días previos al Tianguis de la Ciencia, y por días podríamos entender que es un par de meses antes de su realización. Es un evento de divulgación científica ¡IMPRESIONANTE! participan muchos compañeros de la Universidad Michoacana que sería injusto mencionarlos pues dejaría a alguien fuera, pero no hay participación pequeña, gracias a todo lo que hacen, es posible este magno evento.

Pero no todo es miel sobre hojuelas y de ahí viene el llamado modo tianguis, es un periodo de concentración total, donde se atienden varios asuntos y generalmente





sucedan al mismo tiempo. Dicen por ahí que Maby y yo nos estresamos mucho y probablemente sea cierto, pero siempre es con el propósito de que todo salga de la mejor manera. Pasado el Tianguis de la Ciencia regresamos a la personalidad habitual...

Díganme, de todo lo que hacen ¿cuál es su actividad favorita?

M: Por mi parte yo disfruto de todas las actividades, cada una tiene sus cosas especiales, pero quizá el programa de Vive la Ciencia en verano lo disfrute un poco más, aunque es mucha responsabilidad estar a cargo del cuidado de niños me encanta la convivencia con ellos, ver el como se sorprenden con las actividades, su curiosidad y las ganas de saber más cuando algo les gusta mucho

E: Sería raro mencionar una favorita, todas tienen siempre algo que me gusta, en cada una de las actividades pongo esfuerzo para que se realicen bien. Pero si tuviera que mencionar las preferidas, serían las más complejas, por extraño que parezca,

Tianguis de la Ciencia y Vive la Ciencia en verano. Ambas presentan distintos retos, donde muchas veces tenemos que reinventar lo programado en cinco minutos y sacarlo adelante.

Ya comenté que ustedes son gestoras e intermediarias indispensables en la comunicación pública de la ciencia, una función que pocos y pocas veces se reconoce justamente, muchas veces no se valora en la justa medida ¿cómo se sienten ustedes? ¿han meditado sobre la importancia de su trabajo? ¿se imaginan haciendo otra cosa?

M: Como ya lo comenté me encanta y disfruto mucho mi trabajo con su estrés y altibajos pero al final siempre me deja una sensación gratificante sobre todo cuando me encuentro con esos niños que un día, ¡no hace mucho aclaro!, estuvieron en nuestro curso de verano o en una conferencia de Ciencia para Niños y sus Papás y ahora ya están en ese mismo verano dando un taller o en el tianguis como expositor o tal vez cursando la carrera que

descubrieron en alguno de nuestros programas que les gustaba y querían estudiar eso cuando fueran grandes y pienso wow, valió la pena!

E: Han sido altas y bajas, estamos hablando de casi 20 años en esto. En general el tiempo y la experiencia ha sido buena, tengo muchos amigos muy queridos que he conocido gracias a mi trabajo. Sobre si es valorado o no, creo que no soy la persona para decirlo, pero me gustaría pensar que sí lo es.

No se si haría otra cosa, me gusta enfocarme en el aquí y en el ahora y hoy estoy aquí. Lo disfruto y vivo en tiempo presente.

Ya terminamos, me gustaría que agregaran algo libremente, algo que quieran “comunicar” a nuestros lectores y en general, a los divulgadores o la comunidad académica.

Les agradecemos mucho su participación en esta entrevista, será un poco raro

ahora que Maby este componiendo en número donde aparecerá...

M: Nunca pensé que sería yo la entrevistada, muchas gracias por el espacio y tomar en cuenta esta labor que realizamos con muchas ganas y gracias también por la confianza depositada a nuestro trabajo y a todos los que colaboran con nosotros para que todo esto sea posible

E: Solo me gustaría que sepan que agradezco el apoyo y confianza que se ha depositado en mí. Han sido años de aprendizaje, aventuras, risas, algunas lágrimas, pero sobre todo de satisfacciones. Me da mucho gusto encontrar caras conocidas en los pasillos, pero, sobre todo, ver a los niños que estuvieron con nosotros en los diversos programas y años después son jóvenes estudiantes, ligados a la vida científica. Esos encuentros me confirman lo mucho que vale la pena esta labor.



ARTÍCULO

Salmonella en el agua superficial: Un enemigo invisible

Nayarit Emérita Ballesteros-Nova y Enrique de Jesús Delgado-Suárez



https://pixabay.com/es/photos/search/agua%20residual/?manual_search=1

Nayarit Emérita Ballesteros-Nova. Investigadora Posdoctoral con beca DGAPA, Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.
nayaritballesteros@gmail.com

Enrique de Jesús Delgado-Suárez. Profesor Titular en el Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.
enriquejesus@yahoo.com

Sin lugar a duda, el agua dulce es el recurso más preciado de todo el planeta. **El agua es importante para el mantenimiento de todos los seres vivos y sus ecosistemas.** México recibe alrededor de 1 489 mil millones de metros cúbicos de agua al año en forma de lluvia, de esta cantidad, 73 % se evapotranspira y regresa a la atmósfera, 22 % llega a ríos y arroyos, mientras que 6 % recarga a los acuíferos. Aún así, y tomando en cuenta las exportaciones e importaciones de agua (sí, eso existe), **México está considerado como un país con baja disponibilidad de agua, dada su**

distribución orográfica que no permite la formación de lagos profundos. Por lo anterior, la vigilancia de su calidad y su preservación, es importante para asegurar su disponibilidad en el futuro. Entre las fuentes de agua dulce encontradas en México, tenemos el agua superficial (agua que se encuentra en la superficie del suelo) y que proviene de las lluvias y las aguas subterráneas (estanques, arroyos, lagos y canales). En este artículo describimos una de las consecuencias de la contaminación de aguas, principalmente por la presencia de bacterias causantes de enfermedades en animales y, por ende, en nosotros los humanos.

Bacterias en el agua y en el medio ambiente

La contaminación en el agua puede incluir compuestos orgánicos e inorgánicos. Los **contaminantes inorgánicos suelen provenir de descargas domésticas, agrícolas e industriales o de la erosión del suelo;** asimismo, también corresponden a los **desechos humanos y animales, incluyendo las heces.** El agua en sí es un ecosistema complejo donde conviven muchos organismos, algunos de ellos invisibles al ojo humano como las bacterias, que son organismos microscópicos que viven en todos lados. Entre el grupo de las bacterias encontramos algunas que no causan enfermedades, e in-

cluso son benéficas para la salud, como las bacterias probióticas, pero también están las que causan enfermedades.

En este artículo nos referimos a las bacterias que causan enfermedades, y más específicamente, a las que son zoonóticas. Los **microorganismos zoonóticos pueden pasar de animales a humanos y causar enfermedades,** pueden encontrarse además de forma indirecta en los alimentos, en el agua o en el medio ambiente. Las enfermedades zoonóticas han cobrado mayor importancia desde la pandemia causada por el virus SARS-CoV-2 causante del COVID-19, cuyo mapeo descifró que este virus antes de pasar al ser humano tuvo su origen en murciélagos y en pangolines.

¿Cómo llegan estas bacterias zoonóticas al agua?

La contaminación por bacterias causantes de enfermedades **proviene principalmente del contacto del agua con materia fecal,** ya sea humana o animal; como las heces pueden venir de varias fuentes, se hace más complejo el control microbiológico de la misma. Entre las fuentes de contaminación del agua por bacterias, tenemos las **producciones de animales intensivas,** donde al tener gran volumen animal se producen también gran cantidad de heces que llegan a las fuentes de agua por la es-



<https://pixabay.com/es/photos/contaminaci%3%b3n-contaminaci%3%b3n-del-agua-4286704/>



<https://pixabay.com/es/photos/aspersor-chorro-de-agua-880970/>

correntía de las lluvias. Otra importante fuente de contaminación son las **aguas residuales crudas**, las cuales contienen heces de diversas fuentes, incluyendo las humanas. Incluso la **fauna silvestre local y los animales migratorios** son importantes fuentes de contaminación.

El agua como vía de entrada de las bacterias a los alimentos

El problema se complica al considerar que las fuentes de agua superficial en México son utilizadas, entre otras cosas, para riego y diversos fines agrícolas, además en producción animal, incluyendo la acuicultura. La contaminación del agua dulce por heces cobra importancia, ya que **se ha demostrado que la contaminación bacteriana de productos agrícolas, pecuarios y acuícolas, proviene comúnmente del suelo y del agua utilizada durante las actividades de producción.** De esta forma, se pueden introducir las bacterias en los alimentos que consumimos, causando enfermedades en el ser humano.

Además de esto, los antibióticos usados en medicina humana y animal terminan directa o indirectamente en las fuentes de agua, contribuyendo a la selección de bacterias con genes de resis-

cia a antibióticos, lo cual las hace resistentes a los tratamientos antibióticos, complicando los casos clínicos y pudiendo desencadenar la muerte de los pacientes.

***Salmonella* no tifoidea en el agua y su riesgo epidemiológico**

Las principales bacterias zoonóticas causantes de enfermedades y transmitidas por alimentos en México son *Salmonella* no tifoidea, *Escherichia coli*, especies del género *Listeria* y especies del género *Campylobacter*.

Una de las más importantes es ***Salmonella* no tifoidea**, considerada una de las principales zoonosis emergentes y **una de las causas más comunes de enfermedades transmitidas por alimentos en el mundo.** México reporta aproximadamente 70 000 casos de salmonelosis cada año. La *Salmonella* no tifoidea causa un cuadro de gastroenteritis que puede llegar a ser mortal en personas inmunocomprometidas, niños o ancianos. Aunque *Salmonella* no tifoidea se asocia comúnmente con alimentos de origen animal (carne, aves, huevos, mariscos, etc.), un número cada vez mayor de casos de salmonelosis se ha relacionado con el uso de aguas superficiales para el riego de frutas y verduras que se

consumen crudas, como tomates, melones, brotes, verduras de hoja verde y bayas, entre otros.

Estudios genómicos han evidenciado que cepas de *Salmonella* no tifoidea con genes de resistencia a antibióticos y encontradas en casos clínicos, son cercanas genéticamente a aquellas provenientes de aguas superficiales y alimentos frescos. Otros estudios, también han demostrado que estas bacterias **pueden sobrevivir por largos periodos de tiempo en aguas superficiales**, mediante mecanismos como formación de biopelículas o reintroducción continua de reservorios naturales como protozoos, vertebrados y escorrenías superficiales. Por lo tanto, **es importante monitorear la contaminación bacteriana de las aguas superficiales usadas para riego de cultivos, producción animal o acuicultura**, especialmente en países como México, que es uno de los mayores exportadores de productos frescos del mundo, así como un gran productor de productos cárnicos, avícolas y de acuicultura.

Importancia de la nueva cultura del agua en México

La nueva cultura del agua en todo el mundo está enfocada en **mejorar los comportamientos de la sociedad de manera que se haga un uso eficiente, responsable y sustentable del agua**.

La creciente escasez del agua en México es agravada por la contaminación microbiológica de las fuentes de agua superficial, contaminación muchas veces causada por la actividad humana, impactando de forma negativa en la calidad de vida (especialmente de los más pobres), en el equilibrio en el ambiente y en la disponibilidad de agua dulce para las próximas generaciones. A su vez, es necesario vigilar la contaminación microbiológica del agua, tomando en cuenta todos los ejes involucrados y bajo el concepto de **Una Salud**, es decir, **unificando a la salud humana, la salud animal y la salud del medio ambiente**. Lo anterior, con el fin de prevenir la posible propagación y el riesgo de la presencia de patógenos, tanto en el agua como en la cadena agrícola y pecuaria en México, y de esta forma ayudar a minimizar sus posibles riesgos epidemiológicos, así como el advenimiento de nuevas pandemias.



Ballesteros-Nova N. E., Sánchez S., Steffani J. L., Sierra L. C., Chen Z., Ruíz-López F. A., Bell R. L., Reed E. A., Balkey M., Rubio-Lozano M. S., Soberanis-Ramos O., Barona-Gómez F., Brown E. W., Allard M. W., Meng J. y Delgado-Suárez E. J. (2022). Genomic Epidemiology of *Salmonella enterica* Circulating in Surface Waters Used in Agriculture and Aquaculture in Central Mexico. *Applied and Environmental Microbiology*, 88(5), e02149-21. <https://doi.org/10.1128/aem.02149-21>

Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental., A. C. (2006). *El agua en México: Lo que todas y todos debemos saber*. https://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2011/12/agua-mexico_001.pdf

Jiménez C. M. E. (2018). *Enfermedades transmitidas por alimentos*. México, Secretaría de Salud, Dirección General de Epidemiología. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/334668/7._Vigilancia_Epidemiologica-Ma._Eugenia-DGE-SSA.pdf

ARTÍCULO

Los hongos, novedosas máquinas de la industria

Ma. Irene Morelos-Martínez y María Guadalupe Zavala-Páramo



Imagen de PDPhotos en Pixabay

Irene Morelos-Martínez. Estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, Opción Biotecnología Molecular, Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología, FMVZ, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

irene.morelos@umich.mx

María Guadalupe Zavala-Páramo. Profesora Investigadora adscrita al Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología, FMVZ, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

maria.zavala.paramo@umich.mx

Hongos comestibles, patógenos, estrellas de televisión y algo más

Cuando pensamos en hongos lo primero que se nos viene a la mente son las setas, esas estructuras en forma de sombrero de muchos colores que se ven en las primeras escenas de *Alicia en el País de las Maravillas* y en otras películas infantiles. En el mundo real, **las setas de los hongos más conocidas son las de especies comestibles**, por ejemplo, los champiñones que son las setas del hongo *Agaricus bisporus*. **También podemos relacionar a los hongos con múltiples enfermedades,**

como el pie de atleta, la tiña, la caspa, la neumonía, la candidiasis, el hongo negro, entre otras.

Recientemente, en una historia de ficción de la televisión, saltó a la fama *Cordyceps unilateralis*, un hongo parásito que infecta a insectos, alterando su comportamiento, lo que ha llevado a llamar a estos insectos: «zombis». En la historia de ficción, estos hongos infectan a los humanos convirtiéndolos en zombis, algo que en la realidad no ocurre. Sin embargo, **los hongos no son solo comida o enfermedades, son una fuente muy útil de moléculas y compuestos** aprovechados por diferentes tipos de industria, en lo que se conoce como **aplicaciones biotecnológicas**.

El reino de los hongos, hermano del reino de los animales

Aunque por su aspecto los hongos pueden parecer vegetales, no lo son, de hecho, a nivel molecular y celular están más estrechamente relacionados con los animales que con las plantas. En el árbol de la vida moderno, los hongos son un grupo de organismos pertenecientes al reino Fungi que, junto con el reino de los animales, pertenecen al supergrupo filogenético Opisthokonta. Los hongos se pueden distinguir por la combinación de varias características, por ejemplo, **además de ser patógenos de plantas y animales, son organismos cosmopolitas, es decir, son muy exitosos en co-**

lonizar cualquier ambiente. Un ejemplo extremo de esta capacidad es el de algunos hongos que viven dentro de las rocas, denominados endolíticos, es el caso de *Cryomyces antarcticus* y *Cryomyces minter*, dos especies de la Antártida que soportan alta sequía, así como radiación solar y que, asombrosamente, lograron **sobrevivir durante un año y medio en el exterior de la Estación Espacial Internacional** a donde fueron llevados de manera experimental en 2016.

Algunas especies son unicelulares, un ejemplo son las levaduras, como *Saccharomyces cerevisiae*, que se usa en la producción de cerveza, pan y vino. Sin embargo, **la mayoría de las especies son pluricelulares**, con una estructura filamentosa donde las células se organizan una tras otra formando cilindros microscópicos muy largos y ramificados que se conocen como hifas o micelio, y que crecen de manera polarizada, es decir, por las puntas.

Los hongos **son heterótrofos**, porque **obtienen sus nutrientes absorbiendo sustancias orgánicas a través de su superficie celular**. Similar a las plantas, las células de los hongos están rodeadas de una pared que además de contener polisacáridos (polímeros de azúcares) tienen quitina (polímero de un azúcar modificado), un componente que también se encuentra en invertebrados formando los exoesqueletos de los insectos y de animales marinos como los cangrejos, entre otros, pero no se encuentra en las plantas.



Imagen de Anja en Pixabay



Imagen de Didier en Pixabay

Estos organismos **pueden ser macromicetos**, que se caracterizan por producir las conocidas setas que se pueden ver en el suelo de los bosques o pegados a árboles muertos o vivos, y que en realidad son el cuerpo fructífero donde se encuentran las esporas que son su medio de reproducción y dispersión. Pero los hongos que producen setas son realmente microscópicos y están debajo de las setas en el suelo y en los árboles. Por otro lado, están los micromicetos, estos no producen setas, pero sí tienen cuerpos fructíferos microscópicos donde se generan las esporas para su reproducción.

Los hongos como estrellas de la industria farmacéutica

El caso más conocido sobre un compuesto obtenido de hongos es el de un antibiótico descubierto por accidente en un cultivo de bacterias contaminadas con el hongo *Penicillium notatum*, la famosa **penicilina**, que fue muy útil en el combate de infecciones bacterianas durante la segunda mitad del siglo pasado. En la actualidad, la penicilina se obtiene de este y otros hongos, además, existen muchos otros antibióticos derivados de estos organismos; por ejemplo, las **cefalosporinas de *Cephalosporium acremonium*** o la **retapamulina** usada en ungüentos contra infecciones bacterianas en la piel, obtenido de *Clitopilus passeckerianus*. Además de

antibióticos, los hongos también producen compuestos antifúngicos contra otros hongos como es el caso de la **griseofulvina**, usada para infecciones provocadas por hongos en la piel y que se obtiene de *Penicillium griseofulvum*. Un medicamento quizá muy conocido en el tratamiento de los niveles de colesterol y prevención de enfermedades cardiovasculares es la **lovastatina**, un compuesto producido por *Aspergillus terreus*. Volviendo a ***Cordyceps unilateralis***, el hongo de los insectos zombis pertenece a un grupo de aproximadamente 750 especies que **producen una gran variedad de compuestos** que muestran propiedades antioxidantes, antitumorales, antiinflamatorias, antialérgicas, antidiabéticas, analgésicas, antibacterianas y antifúngicas, entre otras.

Hongos en la agricultura

Muchos hongos pueden ser usados en el **control de patógenos y plagas en cultivos**, por ejemplo, hongos endófitos como las especies de *Ampeomyces*, que son parásitas de hongos patógenos llamados «mohos polvosos» («Powdery mildews» en inglés). Por otro lado, los **hongos patógenos de insectos** pueden funcionar como controladores de plagas, tal es el caso de los hongos *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium muscarium* y *Metarhizium anisopliae*, que han sido comercializadas por su capaci-

dad de atacar a muchos insectos plaga. También se han aprovechado algunos compuestos producidos por los hongos, que se conocen como micotoxinas porque son tóxicos contra hongos y, por lo tanto, son **útiles como plaguicidas**, tal es el caso de las eniatinas, obtenidas principalmente de hongos del género *Fusarium*. Además, los **hongos asociados a las raíces de las plantas**, a los que se denomina micorrizas, juegan un papel muy importante como **coadyuvantes en el procesamiento y fijación de nutrientes**, por lo que se les ha considerado como biofertilizantes eficientes, comercializando las esporas y el micelio.

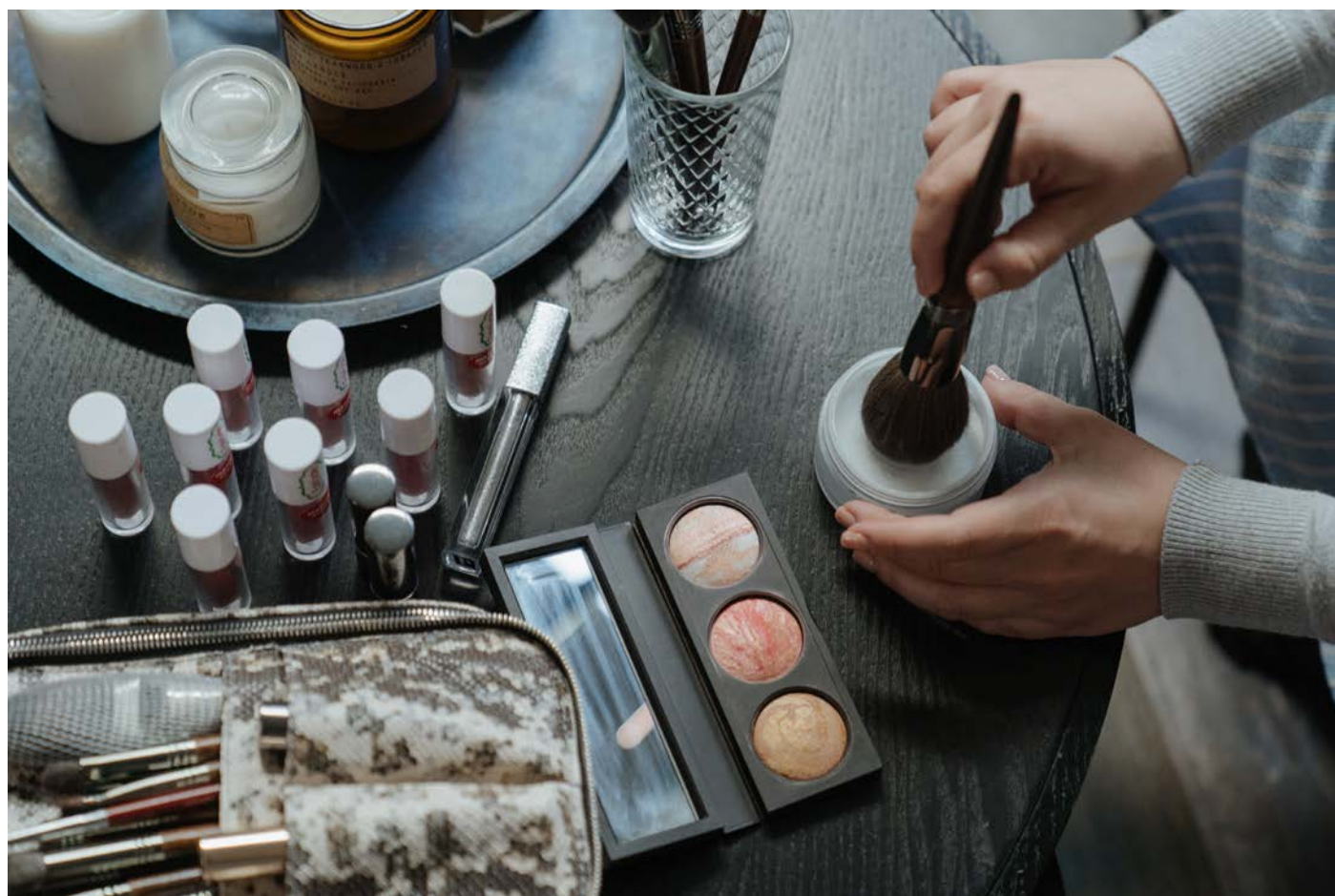
Hongos en la industria alimenticia

Algunos hongos forman parte de nuestros platillos, tal es el caso de los **champiñones** y el **huitlacoche** o *Ustilago maydis* que infecta los granos del maíz en México y en otras partes de América, el **shiitake** (*Lentinula edodes*) en China, el típico **enoki** (*Flammulina filiformis*) en Japón y el **porcini** (*Boletus edulis*) en España, por mencionar algunos. Además, hay platillos de hongos que son muy cotizados, llegando a costar miles de pesos, tal es el caso de las **trufas blancas** (*Tuber magnatum*) que son difíciles de conseguir. Otros hongos se han utilizado amplia-

mente **para procesar alimentos**, por ejemplo, *Penicillium roqueforti* y el *Penicillium camembertii*, que se usan ampliamente para dar un **sabor especial a los quesos** Camembert y al queso azul, respectivamente. También hongos como *Penicillium nalgiovense* se usan en Europa para el **procesamiento de carne**, proporcionando **sabor y durabilidad**. En esta industria también existe el procesamiento de muchos otros alimentos que usan enzimas principalmente secretadas por hongos. Por ejemplo, para la elaboración de pan, yogurt, en el procesamiento de vinos, cerveza y otros productos como los edulcorantes.

Hongos en la industria cosmética

Los hongos se han aprovechado para **elaborar cosméticos** tales como, cremas para el cuidado de la piel, antioxidantes para reducir el envejecimiento, revitalizantes, blanqueadores y productos para el cabello. Por ejemplo, el esquizofilano producido comercialmente a partir de *Schizophyllum commune*, además de usarse en terapias contra el cáncer, se utiliza en la cosmética para disminuir la inflamación, irritación y otros daños debido a los rayos UV y a la exposición al ambiente tóxico para la piel. Algunos hongos pueden usarse potencialmente en la



biotransformación para producir ácido láctico, el cual es utilizado en preparaciones dermatológicas para hidratar y suavizar la piel seca y descamada.

Hongos como fuente de enzimas

Los hongos que se alimentan de las plantas vivas o muertas son excelentes **degradadores de la pared celular de las plantas** y para ello secretan una gran cantidad de enzimas activas sobre los carbohidratos complejos (polímeros de azúcares), componentes de la pared celular vegetal. Estas enzimas han cobrado una enorme importancia por su potencial de aplicación biotecnológica en muchos procesos industriales. Actualmente se utilizan enzimas principalmente provenientes de hongos, cuya aplicación en diferentes tejidos vegetales ayudan a obtener una gran variedad de productos de interés, en forma amigable con el ambiente.

Los hongos ofrecen ventajas por su **facilidad de cultivo**, su capacidad de fermentación, la gran producción de enzimas extracelulares y el **bajo costo de producción** a nivel industrial. Así, tenemos que se usan celulasas, hemicelulasas y pectinasas en la industria del papel para el biopulpeo de la

madera, en el procesamiento de alimentos para la clarificación de jugos y vinos, para elaborar prendas textiles y en la conversión de biomasa vegetal en biocombustibles como el etanol. Los principales hongos usados son especies de *Aspergillus*, *Penicillium*, *Neurospora* y *Trichoderma*. Otro tipo de enzimas que secretan los hongos son las lacasas y las ligninas peroxidadas que degradan lignina, un componente que proporciona rigidez a las plantas. Estas enzimas se utilizan en la industria farmacéutica, en el biopulpeo de papel, en la producción de biocombustibles y para el pretratamiento de alimento para el ganado, entre otras aplicaciones.

Por lo anterior, el **estudio de la biología de los hongos es de gran importancia**, ya que, además del conocimiento científico que aporta para la comprensión de su funcionamiento, este conocimiento permite la **identificación de procesos y compuestos con potencial para su aplicación biotecnológica** en diferentes industrias.



Hyde K. D., Xu J., Rapior S., Jeewon R., Lumyong S., Niego A. G. T... Stadler M. (2019). El asombroso potencial de los hongos: 50 formas en que podemos explotar los hongos industrialmente. *Diversidad Fúngica*, 97(1), 1-136. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00284-021-02533-6>

Richards T. A., Leonard G. y Wideman J. G. (2017). ¿Qué define a los hongos del «reino»? *Espectro de Microbiología*, 5(3), 5-3. <https://journals.asm.org/doi/10.1128/microbiolspec.funk-0044-2017>

ARTÍCULO

¿Cómo funcionan nuestras emociones?

Kenia Flores-Cárdenas y Ferran Padrós-Blázquez



Kenia Flores-Cárdenas. Estudiante de la Maestría en Psicología, Facultad de Psicología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

kenia.flores.cardenas@umich.mx

Ferran Padrós-Blázquez. Profesor-investigador de la Facultad de Psicología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

fpadros@umich.mx

Las personas somos seres emocionales, es decir, con cierta frecuencia experimentamos emociones como tristeza, miedo, ira, alegría, entre otras. En el presente artículo definimos y explicamos qué son y qué utilidad tienen las emociones; subrayamos que las emociones han tenido y tienen un gran valor adaptativo; y describimos tres componentes: valencia, activación y dominancia, que se han identificado en la emoción.

¿Qué es una emoción?

Una emoción puede definirse como una **experiencia subjetiva-afectiva de alta intensidad y de corta duración, acompañada de reacciones en el organismo** que experimenta una persona (también otras especies) **frente a ciertos estímulos**, los cuales motivan y preparan al individuo a realizar comportamientos que favorecen la adaptación frente a una situación. Es importante distinguir entre emoción, estado de ánimo y afecto. El **afecto** es un concepto que **incluye la emoción y el estado de ánimo**. Por otro lado, el **estado de ánimo** es un estado afectivo de media o larga duración, baja intensidad y **no está relacionado con ninguna situación particular**; en cambio, las emociones se caracterizan por ser de corta duración, muy intensas y por ser **provocadas por una situación particular** (por ejemplo, una excelente o una pésima noticia). Además, las emociones van acompañadas por una respuesta del organismo muy notable y de una expresión facial reconocible por otras personas.

También se han señalado otras diferencias referidas a la información que ambos tipos de afecto proporcionan. **Las emociones informan sobre el entorno**, por ejemplo, si hay un potencial refuerzo (algo apetitivo, deseable) o una posible amenaza;

mientras que los estados de ánimo aportan información respecto a cómo nos encontramos («si estamos más o menos bien o mal»).

Emociones y supervivencia

Las emociones tienen un gran valor adaptativo, al respecto, Darwin en su teoría evolutiva subrayó que los seres vivos deben adaptarse a los cambios del entorno. En este sentido, el papel de la emoción es fundamental, debido a que **propicia conductas que favorecen la supervivencia** o la reproducción de nuestros genes.

Por ejemplo, los primeros homínidos formaron una estructura social donde un grupo se dedicaba a la recolección de alimentos, lo que trajo consigo una nueva organización social, ya que el grupo se establecía por periodos prolongados en ciertos lugares, pero también porque debían atender otras necesidades como la protección, el desarrollo y el cuidado de los congéneres, entre otras. Todo ello fomentó el **desarrollo de habilidades sociales y comunicativas** vinculadas con la expresión e interpretación de las emociones.

Las emociones nos han servido para adaptarnos al mundo que nos rodea, es decir, si lo pensamos con detenimiento, las emociones son un gran mecanismo que nos guía a actuar de una manera



<https://pixabay.com/es/photos/emociones-hombre-contento-triste-371238/>



<https://pixabay.com/es/photos/retrato-rostro-escuchar-hablar-ver-3757153/>

que incrementa nuestra probabilidad de supervivencia o la de reproducirnos y, además, han estado presentes incluso mucho antes del inicio de la humanidad.

¿Cómo están formadas mis emociones?

Se han distinguido tres dimensiones de la emoción:

La **valencia afectiva**, la cual puede ser apetitiva o aversiva en función de cómo evalúe la persona la situación (agradable o desagradable); de esta manera, la persona realizará conductas de acercamiento o de evitación, huida o protección.

La **activación o arousal** alude a la cantidad de excitación que la persona experimenta y frecuentemente se puede traducir en la energía que va a requerir para realizar conductas de acercamiento o alejamiento; esa energía es producto de la actividad metabólica y de la activación neuronal de nuestro sistema de motivación.

La **dominancia**, es la dimensión más reciente e implica la activación de ciertas áreas corticales que regulan funciones cognitivas más complejas, las cuales se desarrollaron en las últimas etapas de la evolución humana. La dimensión de domi-

nancia hace referencia al grado de control que la persona percibe sobre su respuesta emocional frente a cierto suceso o estímulo, de modo que puede percibir que la emoción la controla o la desborda.

Manejo o regulación emocional

El **control absoluto de las emociones es prácticamente imposible**, por ello, se habla de manejo o regulación de las emociones. La **regulación emocional** se refiere a la capacidad que tienen las personas para **manejar las emociones de forma adecuada**. Frecuentemente, cuando experimentamos una emoción frente a varios acontecimientos o circunstancias, reaccionamos de forma casi inmediata poniendo en marcha estrategias como «respirar profundamente», «contar hasta diez», recordar consignas internas, o hablar con algunas personas de confianza, esto con la finalidad de modificar nuestro estado emocional. Dichas acciones se pueden concebir como **estrategias adaptativas** de regulación emocional.

Es importante señalar que, aunque las emociones son esenciales para nuestro funcionamiento, después de un primer momento en el cual son de gran utilidad adaptativa, es deseable regular la emoción teniendo en cuenta que la **prolongación excesiva** de la misma (especialmente emociones

negativas), **puede tener consecuencias negativas**. La regulación emocional se ha concebido como el conjunto de procesos a través de los cuales las personas influyen sobre la emoción experimentada (intensidad y duración) y el comportamiento que realizamos derivado de la misma, como lo describen Hervás y Vázquez (2006).

Lang (1995) sugirió que **las emociones** son disposiciones que guían nuestras acciones, las cuales **están supeditadas a la interpretación de cada persona** frente a las diferentes situaciones. Esto quiere decir que la manera en que reaccionamos ante cierta situación, lugar o persona, está relacionada con nuestra capacidad de regulación emocional, la cual **aparece en la infancia y se sigue desarrollando hasta la vejez**, por lo que aprender, desarrollar e implementar estrategias de regulación emocional, es esencial para poder obtener la información relevante que surge de experimentar la emoción y, posteriormente, es importante dejar que esta se diluya para no quedar atrapado en la misma.

Uno de los principales autores sobre la regulación emocional, distingue entre dos tipos de estrategias:

Las que se centran en el entorno (o externo) y la que se enfoca en la emoción experimentada.

Las estrategias para la regulación emocional se consideran desadaptativas cuando no son eficaces respecto a modificar el entorno de manera que resulte favorable, por ejemplo, la persona se comporta de forma agresiva o se inhibe ante situaciones en que no es pertinente dicho comportamiento. También cuando las emociones o estados de ánimo negativos a medio o largo plazo se prolongan, aunque algunos de ellos pueden resultar funcionales a corto plazo. Por ejemplo, algunas personas utilizan la **evitación**, que consiste en tratar de no tener pensamientos o imágenes mentales desagradables. La **supresión**, que alude a que una vez se tienen en mente pensamientos o imágenes específicos la persona trata de eliminarlos; o implementan, la **represión emocional** que se refiere a los esfuerzos que hacen algunas personas por no experimentar emociones negativas, tal es el caso del consumo de sustancias de abuso, estrategias que en un primer momento pueden resultar «efectivas» (la persona se siente aliviada). Sin embargo, el abuso de las mismas acaba teniendo efectos perjudiciales en las



<https://pixabay.com/es/photos/re%3%adr-sonrisa-gente-hombre-mujer-3673836/>

personas, ya que incrementan, paradójicamente, la frecuencia de los pensamientos, imágenes y emociones negativas, pudiendo favorecer la aparición de trastornos mentales como ansiedad, depresión, entre otros.

Por otro lado, se puede hacer uso de estrategias adaptativas cuando dan lugar a comportamientos que son adecuados en el contexto en que se encuentra la persona, por ejemplo, un individuo actúa de forma *asertiva* en una situación donde sus derechos se vulneran, actuando de forma respetuosa con los derechos del otro y, al mismo momento, solicita que se restauren los propios. Respecto al manejo interno, la persona realiza acciones que reducen la intensidad y la duración de las emociones negativas (e incrementa las positivas), puede, por ejemplo, hablar con un amigo, analizar la situación o imaginarse escenas positivas.

Algunos autores conciben que la regulación emocional estaría situada entre dos polos desadaptativos. El polo de la **ausencia de regulación o descontrol total** se caracteriza porque la persona **se deja llevar por los impulsos sin freno**, se parece a lo que Freud denominó como *Ello*; como principal consecuencia, frecuentemente la persona experimenta **estados emocionales intensos y cambiantes** (predominando los negativos) que se relacionan

con trastornos depresivos y algunos trastornos de personalidad. El otro polo se caracteriza por una **tendencia excesiva a tratar de controlar las emociones** (lo que llamó *Super yo*), lo cual se asocia a la experimentación de **altos niveles de ansiedad y depresión a largo plazo**. Situándose en la zona central, se encontraría la regulación emocional adaptativa.

¿Qué emoción predomina en tú caso?

Las emociones, incluso las negativas, son estados que hacen que nos predispongamos a realizar una acción que **incrementa las probabilidades de supervivencia**. Estas han tenido un papel fundamental en nuestra evolución y son una importante guía de nuestras acciones.

A lo largo de este escrito hemos visto cómo se conforman las emociones, qué funciones tienen y cómo pueden ser reguladas. En este sentido, se pueden identificar tres principales estilos de funcionamiento respecto al manejo de las emociones, a saber: la ausencia de regulación o desregulación total, la regulación afectiva desadaptativa (haciendo uso de estrategias que tienen efectos negativos a medio y largo plazo) y, por último, la regulación afectiva adaptativa. ¿Has pensado cual predomina en tú caso?



Hervás G., Vázquez C. (2006). La regulación afectiva: modelos, investigación e implicaciones para la salud mental y física. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 59(1-2), 9-36. https://www.researchgate.net/publication/235428353_La_regulacion_afectiva_Modelos_investigacion_e_implicaciones_para_la_salud_mental_y_fisica

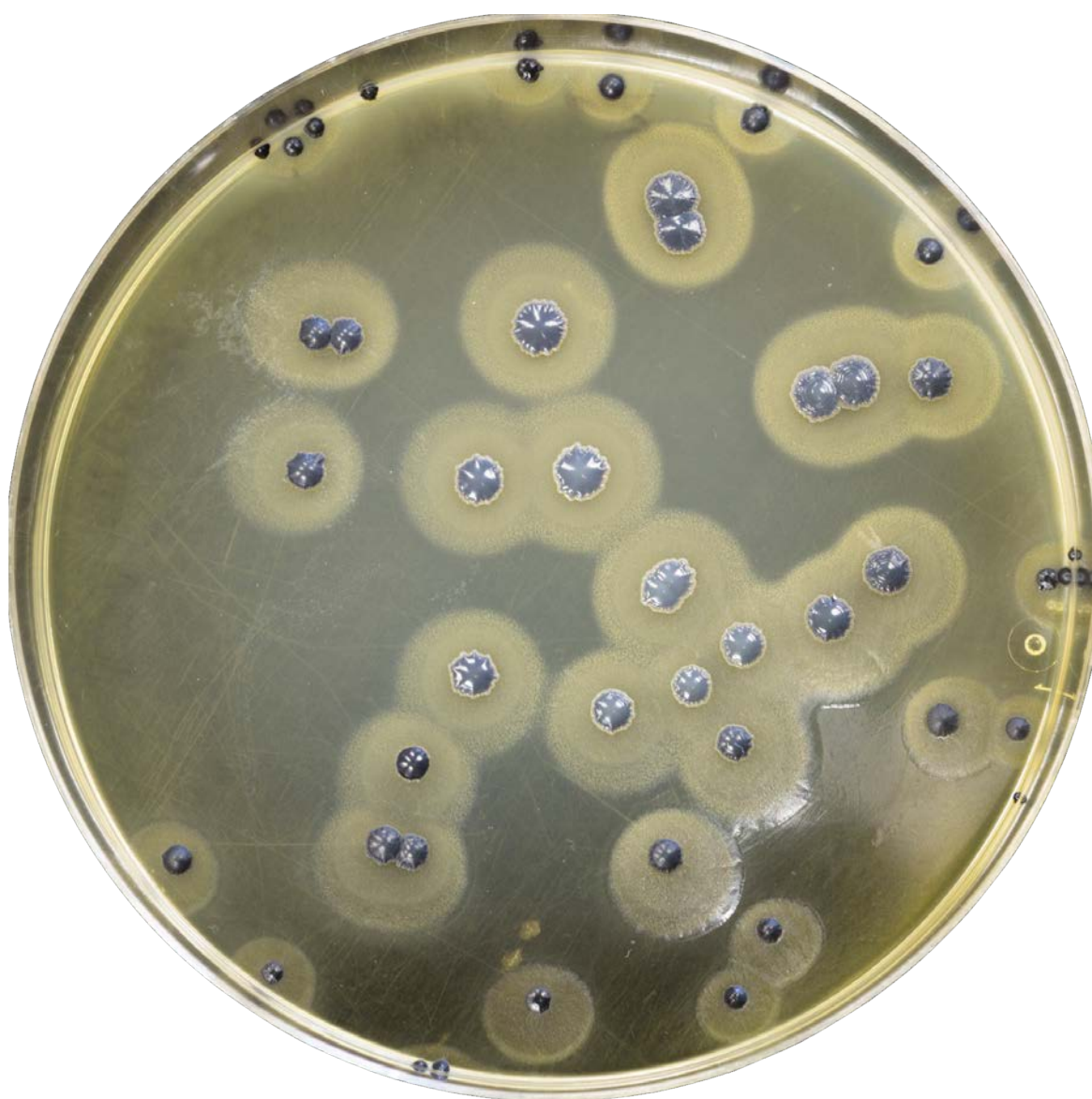
Lang P. J. (1995). The emotion probe: Studies of motivation and attention. *American Psychologist*, 50(5), 372-385. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.50.5.372>

Vila J., Sánchez M., Ramírez I., et al. (2001). El Sistema Internacional de Imágenes Afectivas (IASP): Adaptación Española, Segunda Parte. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 54(4), 635-657. https://www.researchgate.net/profile/Sonia-Rodriguez-Ruiz/publication/233721592_El_Sistema_Internacional_de_Imagenes_Afectivas_IAPS_Adaptacion_espanola_Segunda_parte/links/550e7d710cf27526109dc706/El-Sistema-Internacional-de-Imagenes-Afectivas-IAPS-Adaptacion-espanola-Segunda-parte.pdf

ARTÍCULO

Tácticas ofensivas y defensivas de *Staphylococcus aureus*: Un enemigo microscópico peligroso

Pedro Damián Loeza-Lara y Joel Edmundo López-Meza



Pedro Damián Loeza-Lara. Profesor e Investigador de la Licenciatura en Genómica Alimentaria y de la Maestría en Biociencias en la Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo (UCEMICH).

pdloeza@ucemich.edu.mx

Joel Edmundo López-Meza. Profesor e Investigador del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología (CMEB), Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

elmeza@umich.mx

Las bacterias son **organismos unicelulares procariontes** que solo se observan por medio de un microscopio óptico debido a su pequeño tamaño (oscila entre 0.1 y 1 micrómetro). Estas se encuentran ampliamente distribuidas en una gran diversidad de hábitats y nichos ecológicos. En los animales, incluyendo el humano, son **habitantes comunes**, muchas de ellas sin provocar daños y aportando beneficios. No obstante, algunas pueden ser patógenas, por lo que representan un pro-

blema de salud pública, de ahí que sean objeto de estudio para entender sus mecanismos de patogenicidad y el desarrollo de estrategias de control. La Organización Mundial de la Salud publicó en marzo de 2021 la lista de **bacterias prioritarias**, debido al riesgo que representan para la población, particularmente por su **resistencia a diversos grupos de antibióticos**.

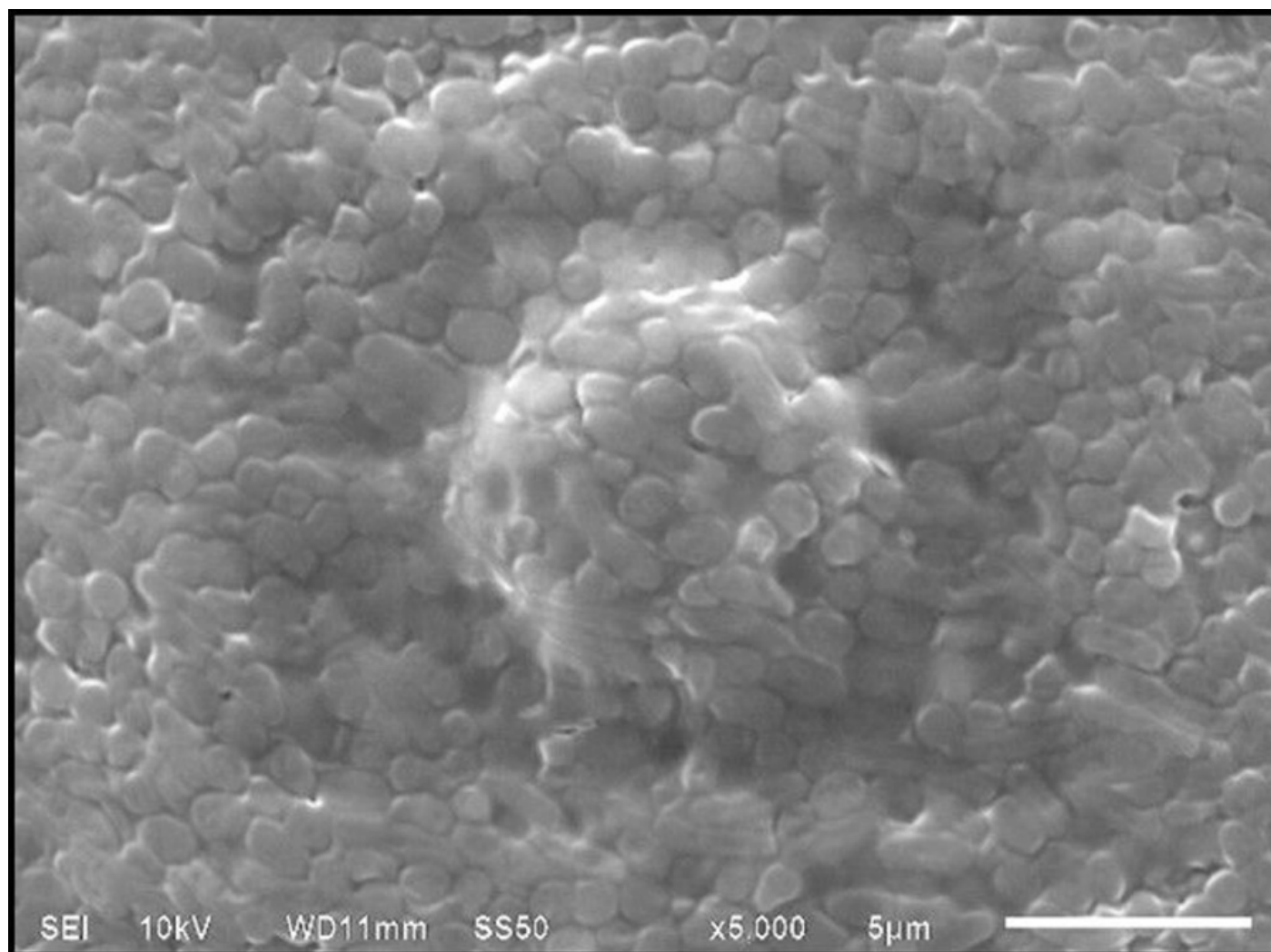
En esta lista se encuentra ***Staphylococcus aureus***, bacteria **asociada a diversas enfermedades en humanos** (ej. endocarditis, osteomielitis, síndrome de choque tóxico) y en animales (ej. mastitis). *S. aureus* fue descubierta por Alexander Ogston en 1880, quien le asignó el nombre de *Staphylococcus*, del griego *Staphy* que significa 'racimo de uvas'. Posteriormente, Anton J. Rosenbach, en 1884, la nombró *Staphylococcus aureus*, del latín *aurum*, por el color oro que posee.

El éxito de este microorganismo patógeno se debe no solo a su resistencia a los antibióticos,

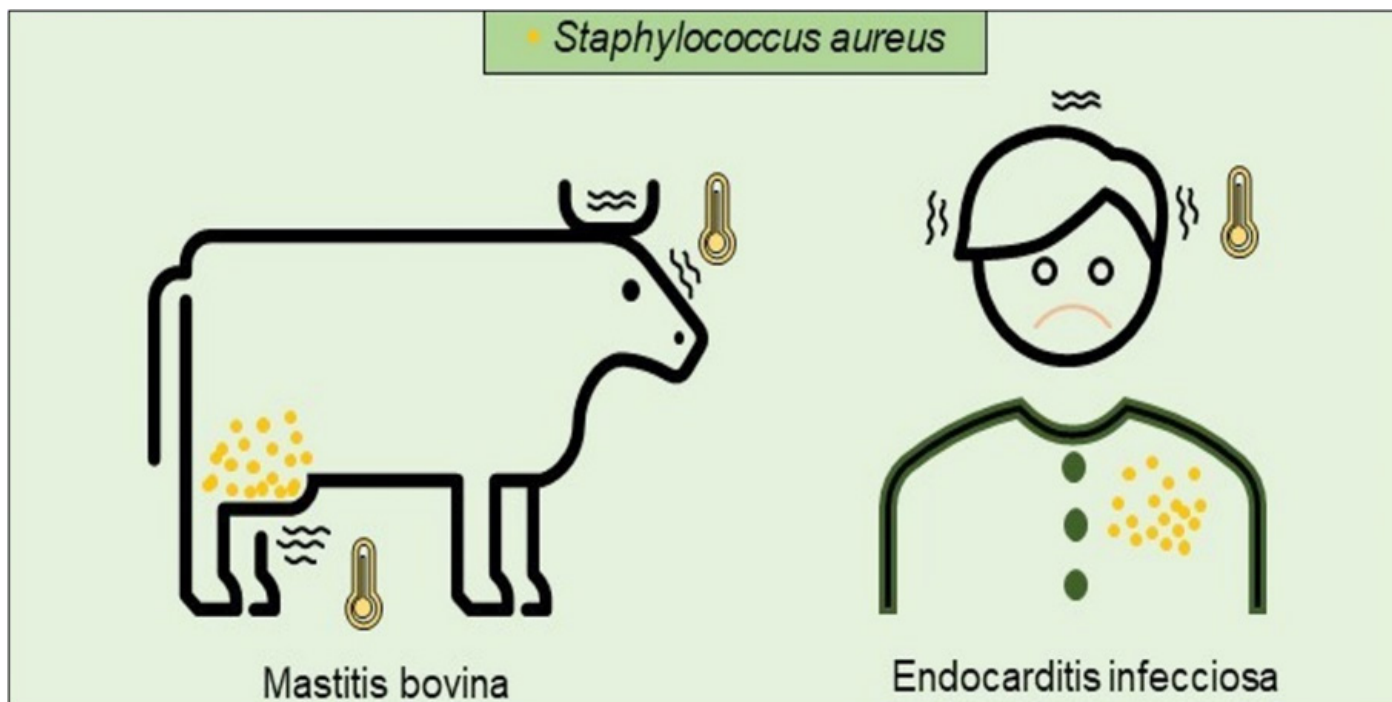
sino también a que **posee una serie de factores de virulencia** que, para fines didácticos, llamaremos «tácticas» de adhesión, invasión, evasión, resistencia, colonización y diseminación. Dichos factores **le permiten adherirse a las células de su hospedero**, invadirlas con mayor rapidez, evadir sus múltiples respuestas de defensa, establecerse persistentemente en el interior de las células y diseminarse. A continuación, se describen brevemente las «tácticas» referidas y se enfatiza la necesidad de estudiarlas como posibles blancos terapéuticos antivirulencia diferentes a los de los antibióticos.

«Tácticas» ofensivas y defensivas de *S. aureus*

La pared celular de *S. aureus* está constituida por un **componente complejo llamado peptidoglucano**, principalmente mureína, formado de N-acetilglucosamina y de ácido N-acetilmurámico, además de otros azúcares conocidos como **ácidos teicoicos** (polímeros de glicerol o ribitol) y



Staphylococcus aureus vista al microscopio electrónico de barrido, unida a un material polimérico (5000 x). Micrografía tomada por la Dra. Yvain de los Ángeles Salinas Delgado, Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo.



lipoteicoicos (moléculas anfífilas ancladas a la membrana citoplasmática). Estas moléculas son componentes que inducen la adhesión bacteriana a la superficie del hospedero, promueven su resistencia y estimulan su habilidad para «moverse» hacia el alimento o alejarse de sustancias dañinas. Asimismo, poseen una cápsula mucoide, formada por azúcares que también facilita su adhesión al hospedero y le confiere resistencia frente a células de defensa, como los neutrófilos polimorfonucleares. La cápsula de *S. aureus* fue descrita por primera vez en 1931 por Gilbert Isabelle, quien aisló al microorganismo de la sangre del corazón de un paciente con endocarditis (inflamación de la membrana que cubre al corazón).

Es común que las cepas de *S. aureus* produzcan una biopelícula, también conocida como «**bio-film**», constituida por una comunidad de células bacterianas embebidas en una matriz compuesta de azúcares, proteínas y ácidos nucleicos, y adherida a una superficie inerte o tejido vivo. Esta estructura contribuye a la **persistencia de la bacteria**, aumenta su **resistencia a los antibióticos** y permite que **se disemine con mayor facilidad**. Este factor de protección y propagación de la bacteria fue observado por primera vez en la placa dental por Anton Van Leeuwenhoek en 1683.

Algunas cepas de *S. aureus* también **producen enzimas extracelulares** (exoenzimas) y exotoxinas que le permiten adherirse a las células del hospedero, invadir los tejidos, escapar de los sistemas de defensa y diseminarse hacia otros tejidos. Las enzimas extracelulares incluyen proteínas como la **coagulasa**, que facilita el desarrollo de abscesos evitando la eliminación de la bacteria; **catalasa**, que degrada el peróxido de hidrógeno, «táctica» que usa para evitar su eliminación del hospedero; **hialuronidasa**, que degrada al ácido hialurónico de los tejidos, promoviendo la diseminación de la bacteria; además, produce **lipasas**, nucleasas, proteasas y estafloquinasas, enzimas que en conjunto destruyen los tejidos del hospedero, lo cual facilita la penetración y diseminación bacteriana.

Asimismo, diversas cepas de *S. aureus* sintetizan exotoxinas, divididas en tres grandes grupos: citotoxinas, superantígenos y enzimas **citotóxicas**. Las citotoxinas incluyen moléculas como la alfa y la gamma-hemolisinas formadoras de poros, entre otras. Estos factores tienen la **capacidad de destruir eritrocitos, plaquetas, células epiteliales y del sistema inmune** como neutrófilos, monocitos y macrófagos, además de causar inflamación de los tejidos. Los **superantígenos** de células T representan la familia más grande de exotoxinas producidas

por *S. aureus*, las cuales, además de ser **sumamente tóxicas** para los mamíferos, también tienen la capacidad de favorecer la **evasión del sistema inmune**. Las enterotoxinas estafilocócicas son responsables de cuadros de enterocolitis en humanos. Por su parte, las **enzimas citotóxicas** incluyen proteínas como la beta-hemolisina, toxina exfoliativa, toxina del síndrome del choque tóxico, entre otras. Dichas moléculas también promueven la **evasión del sistema inmune**, la producción de la biopelícula y la exfoliación epidérmica, entre otras.

S. aureus posee proteínas que «decoran» su superficie celular, las cuales son cruciales para el éxito de la bacteria como comensal (obtiene beneficios de su hospedero, pero sin lastimarlo) o como patógeno. Estas moléculas se clasifican en cuatro grandes familias:

A. Componentes microbianos de superficie reconocidos como **MSCRAMM** (por sus siglas en inglés), es el grupo más importante, ya que tienen participación en el proceso de patogénesis al unirse a proteínas de la superficie de las células del hospedero como fibrinógeno, fibronectina, colágeno, elastina,

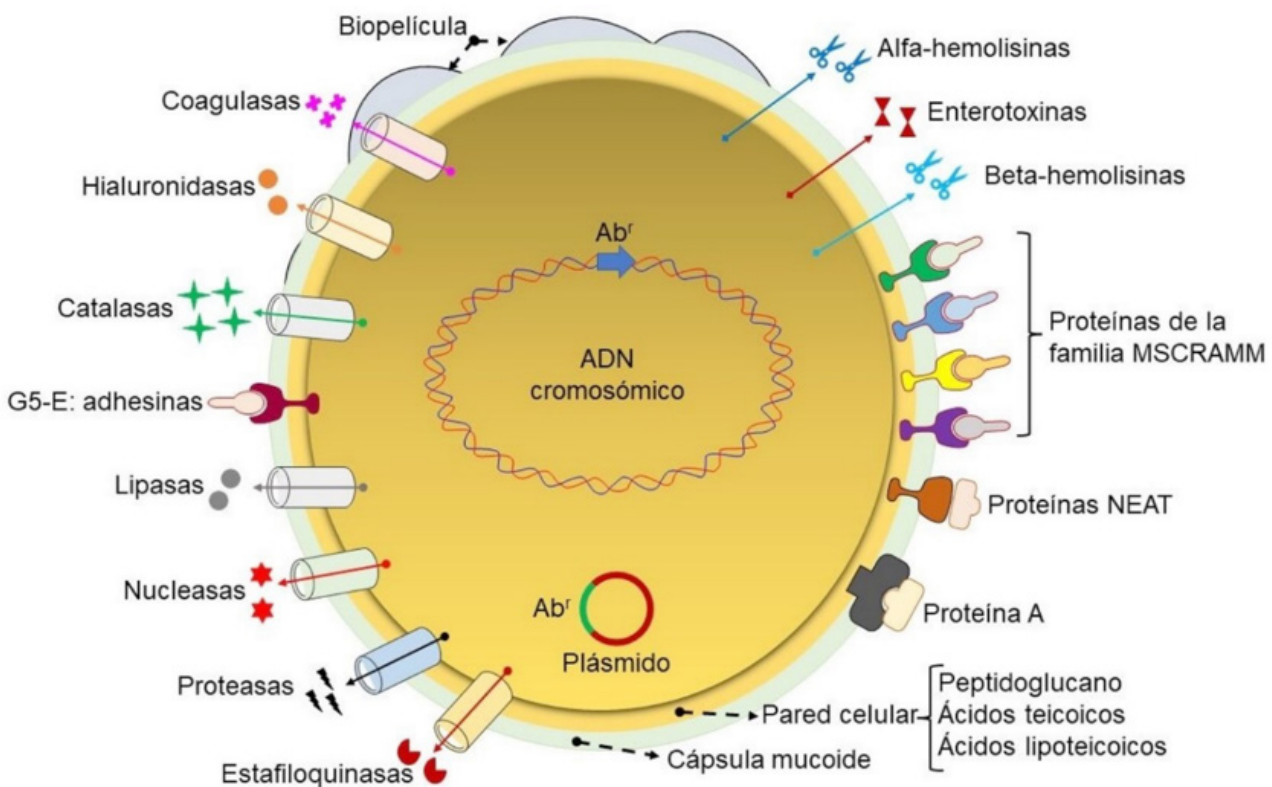
entre otras, facilitando su internalización y la evasión del sistema inmune.

B. Otro grupo importante recibe el nombre de **NEAT** (por sus siglas en inglés), proteínas que capturan al grupo químico «hemo» de la hemoglobina y auxilian a la bacteria a sobrevivir dentro del hospedero.

C. La **proteína A**, factor multifuncional que bloquea la acción de anticuerpos del hospedero (IgG), con lo que previene la eliminación de la bacteria.

D. La familia de **proteínas G5-E**, asociada a la adhesión a las células del hospedero y a la formación de la biopelícula, lo que beneficia la invasión, la permanencia y la defensa de *S. aureus*. Adicionalmente, existen otras proteínas no estudiadas que participan en la virulencia de *S. aureus*.

Como se observa, la resistencia a antibióticos no es la única «arma» disponible en el arsenal de *S. aureus*, ya que contiene numerosas «tácticas», tanto ofensivas como defensivas, que representan la base de su patogenicidad, además de su habilidad para evadir el sistema inmune del hospedero. Lo anterior muestra la **necesidad de realizar estu-**



dios más profundos sobre el funcionamiento y la regulación de dichas «tácticas», así como su posible uso como blancos moleculares en el diseño de terapias no antibióticas dirigidas a la reducción del creciente impacto de *S. aureus* en la salud humana y animal.

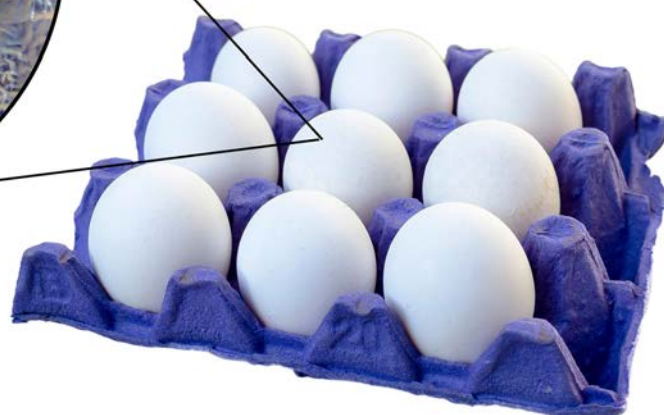
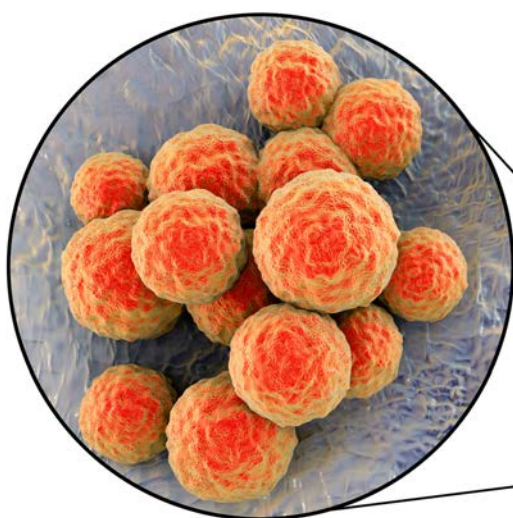
En este sentido, existen interesantes avances en los que destaca el estudio de potenciales **terapias antivirulencia**, basadas en el uso de moléculas que interfieren con las toxinas, polisacáridos capsulares, enzimas o

proteínas de superficie bacteriana, síntesis de la biopelícula y/o con las vías que median la virulencia (ej. anticuerpos neutralizantes antitoxina, derivados de β -ciclodextrinas, oroxilina A, oroxina A, oroxina B, hidrato de morina, inhibidor ADAM10, sulfasalazina, péptidos antimicrobianos, solonamida A, solonamida B, proteínas diversas, por mencionar algunos). Aunque en la actualidad no existen agentes antivirulencia aprobados para uso clínico, cada día

se acumula mayor evidencia que muestra las ventajas de utilizar tales agentes terapéuticos, en particular sobre *S. aureus* resistente a antibióticos.

***S. aureus* y su gran arsenal de peligro**

S. aureus es un patógeno «formidable» capaz de ocasionar múltiples enfermedades gracias al «arsenal» de «tácticas» moleculares que posee y que de alguna manera **manipulan las respuestas del sistema inmune del hospedero para su beneficio**, entre otras acciones de adhesión, invasión, evasión, resistencia, colonización y diseminación. Pareciera ser que la naturaleza dotó a esta bacteria de una serie de «dispositivos» que utiliza eficazmente para infectar tejidos, lo que la convierte en un



e n e - migo microscópico peligroso.

Por lo anterior, es necesario continuar estudiando dichos factores de virulencia y poner mayor atención en su uso como posibles blancos de agentes terapéuticos antivirulencia.



Camussone C. M. y Calvino L. F. (2013). Factores de virulencia de *Staphylococcus aureus* asociados con infecciones mamarias en bovinos: Relevancia y rol como agentes inmunógenos. *Revista Argentina de Microbiología*, 45, 119-130. [https://doi.org/10.1016/S0325-7541\(13\)70011-7](https://doi.org/10.1016/S0325-7541(13)70011-7)

Foster, T. J. (2019). The MSCRAMM family of cell-wall-anchored surface proteins of Gram-Positive cocci. *Trends in Microbiology*, 27, 927-941. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2019.06.007>

Orenstein, A. (2006). The discovery and naming of *Staphylococcus aureus*. <http://www.antimicrobe.org/ho4c.files/history/S-aureus.pdf>

Organización Mundial de la Salud. (2021). Patógenos multirresistentes que son prioritarios para la OMS. <https://www.paho.org/es/noticias/4-3-2021-patogenos-multirresistentes-que-son-prioritarios-para-oms>

ARTÍCULO

Residuos queseros, ¿transformados en aroma a rosas?

Laura Conde-Báez y Cuauhtémoc F. Pineda-Muñoz



Laura Conde-Báez. Profesor de la Facultad de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Guerrero
lau_iam@hotmail.com

Cuauhtémoc F. Pineda-Muñoz. Estudiante de la Facultad de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Guerrero
cuauhtemoc.pineda@hotmail.com

La elaboración de quesos en México es una actividad importante, pues **somos el quinto mayor productor en América**, después de Estados Unidos, Canadá, Argentina y Venezuela. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), **en 2019 producimos alrededor de 158 mil toneladas de queso**. Para darnos una idea, para producir un queso se necesitan alrededor de 10 litros de leche y, en este proceso, se generan nueve litros de residuos queseros. ¡Una gran cantidad! Estos residuos son conocidos como **lactosuero** y presentan un color amarillo-verdoso que se caracteriza por tener en su composición

varios nutrientes como lactosa, vitaminas, minerales y proteínas. En los estados de Jalisco, Coahuila, Durango y Chihuahua, se encuentran las principales cuencas lecheras, para las que se estimó una producción de lactosuero de 1 576 millones de litros en 2019. Sin embargo, tanto las pequeñas como las medianas queserías, tiene como inconveniente la **falta de infraestructura que les permita dar un valor al lactosuero**, contribuyendo así al impacto ambiental.

Contaminación por residuos en la producción de queso

El lactosuero es un líquido que resulta después de la elaboración del queso y contiene una proporción importante de los nutrientes que están en la leche. Entre los componentes en mayor proporción del lactosuero, se encuentra la lactosa, conocida también como el azúcar de la leche, formada por una agrupación de componentes denominados glucosa y galactosa, que son azúcares simples caracterizadas por aportar energía. **Los altos volúmenes generados de lactosuero y su alto contenido en lactosa, lo convierten en un residuo contaminante** cuando se descarga al medio ambiente sin haber recibido antes un tratamiento. La descarga continua de estos desechos queseros a cuerpos de agua, puede ocasionar la **pérdida de especies** como resultado del crecimiento de la

vegetación en el medio acuático, proceso denominado como «eutrofización». El vertido de este residual, también genera **malos olores**, formación de espuma y cuando es vertido en suelo, ocasiona la erosión del mismo. Aunado a ello, las leyes de protección al medio ambiente son cada vez más estrictas, lo que ha detonado en la **búsqueda de alternativas que permitan**, a través de procesos o tecnologías, **dar un tratamiento** a los residuos queseros que permitan además la obtención de nuevos productos.

Uso de microorganismos que transforman los residuos queseros

Entre las diversas formas de dar un tratamiento al lactosuero, el uso del contenido de lactosa y nutrientes en este residuo mediante una **hidrólisis y/o descomposición de la lactosa por los microorganismos**, ha resultado ser una alternativa con **alto potencial y de bajo costo**. La hidrólisis y/o descomposición de la lactosa, se divide en **hidrólisis química** caracterizada por condiciones ácidas ($\text{pH} < 1.5$) y altas temperaturas ($150\text{ }^{\circ}\text{C}$), e **hidrólisis enzimática** a través del uso de una enzima o acelerador en el proceso de descomposición de lactosa, denominada β -galactosidasa. Esta enzima se encuentra en animales, plantas y microorganismos, los cuales convierten la lactosa en glucosa y galactosa.



Entre los principales microorganismos que tienen la capacidad de hidrolizar y/o descomponer la lactosa, se encuentran los hongos *Aspergillus* y *Kluyveromyces marxianus*. Sin embargo, en *K. marxianus*, la enzima β -galactosidasa le confiere la capacidad de hidrolizar y/o descomponer la lactosa y producir compuestos con aromas, bajo un control de temperatura, agitación y tipo de nutrientes en el medio. Entre los principales compuestos con aroma producidos por *K. marxianus* se encuentra el **2-feniletanol (2-FE)**, un **compuesto con aroma a rosas**. Actualmente, la mayor producción de 2-FE se obtiene a través de procesos químicos en los que se utilizan reactivos tóxicos y elevadas temperaturas (>300 °C).

Afortunadamente, la demanda del compuesto con aroma a rosas obtenido por microorganismos es cada vez mayor, ya que este proceso, a diferencia del proceso químico, **no utiliza compuestos tóxicos** que dañen al medio ambiente o a la salud humana. *K. marxianus* tiene la capacidad de producir 2-FE mediante dos rutas independientes en los residuos queseros: una a través del **uso de la lactosa como fuente de energía** y la otra mediante la **adición al medio del compuesto L-fenilalanina**, un aminoácido esencial, ya que aporta los nutrientes necesarios para la producción del compuesto con aroma a rosas.

El 2-FE producido a través de microorganismos, puede llegar a tener un precio de hasta mil dólares el kilogramo. Este compuesto es utilizado como **suplemento en la industria alimentaria** (gelatinas, dulces, helados, entre otros), en la **elaboración de perfumes y cosméticos**, en productos de limpieza, así como

en la **industria farmacéutica**. El compuesto con aroma a rosas, ha mostrado ser de utilidad como repelente de mosquitos y también es utilizado en la **industria química** en procesos para obtener diferentes productos de interés.

La producción de 2-FE ¿Puede beneficiar a los productores de queso y a la sociedad?

El uso del contenido de lactosa presente en los residuos queseros por *K. marxianus* en la producción de aroma a rosas, ha demostrado **contribuir a reducir la carga contaminante en estos residuos**, disminuyendo el impacto al medio ambiente y a la salud humana en su vertido.

Aunado a ello, es una alternativa para dar **valor agregado al lactosuero**, reduce los costos que derivan de su tratamiento y podría facilitar el cumplimiento con la legislación ambiental vigente para las pequeñas y medianas empresas de queso artesanal que no cuentan con la tecnología para este fin.



Ambientum. (2022). *¿Qué hacer con los residuos de las queserías?* <https://www.ambientum.com/ambientum/residuos/que-hacer-residuos-queserias.asp>

Conde-Báez L., Castro-Rosas J., Villagómez-Ibarra J. R., Páez-Lerma J. B. y Gómez-Aldapa C. (2017). Evaluation of waste of the cheese industry for the production of aroma of roses (Phenylethyl alcohol). *Waste and Biomass Valorization*, 8, 1343-1350. https://www.researchgate.net/publication/307527263_Evaluation_of_Waste_of_the_Cheese_Industry_for_the_Production_of_Aroma_of_Roses_Phenylethyl_Alcohol

FAO. (2019). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. <https://www.fao.org/3/ca603oes/ca603oes.pdf>

FAO. (2019). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. <https://www.fao.org/3/ca603oes/ca603oes.pdf>

ARTÍCULO

El tejido adiposo ¿Un simple almacén de grasa?

Citlali Figueroa-Guzmán, Lorena Martínez-Alcantar y Jesús Campos-García



Citlali Figueroa-Guzmán. Estudiante del Programa de Maestría en Ciencias en Biología Experimental del Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

1634748e@umich.mx

Lorena Martínez Alcantar. Técnico Académico del Laboratorio de Biotecnología Microbiana del Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

lorena.martinez@umich.mx

Jesús Campos García. Profesor e Investigador del Laboratorio de Biotecnología Microbiana del Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

jesus.campos@umich.mx

Almacén de combustible biológico

Innumerables veces hemos utilizado la palabra energía para referirnos a diversas actividades relacionadas con la capacidad de realizar un trabajo, generar un cambio, o propiciar movimiento. No debemos olvidar entonces, que estamos frente a un recurso que permite cambios y transformaciones en los seres vivos.

Todas las actividades que realizamos diariamente requieren de energía, como respirar, caminar, estudiar, pensar e incluso dormir; esta ener-

gía o «combustible biológico», lo obtenemos de nuestro entorno, específicamente de los **alimentos que consumimos**. El cuerpo tiene requerimientos concretos para realizar todas sus funciones metabólicas, aunque en ocasiones podemos excedernos en su consumo y entonces, cuando no la ocupamos toda... ¿A dónde se va esta energía excedente?

En particular, el **almacenamiento de la energía extra** obtenida durante la abundancia de alimentos, es una actividad fisiológica esencial que **incrementa la supervivencia durante los períodos de escasez**. Los organismos multicelulares han desarrollado células u órganos especializados para almacenar el exceso de energía en forma de grasa (lípidos), ya que esta tiene más calorías que otros nutrientes.

La **energía** es una **materia prima básica** y el organismo no se puede dar el lujo de desperdiciarla, hay varios ejemplos en diversos organismos que la almacenan, como los **tiburones**, que la acumulan en el **hígado**; entre los invertebrados, el nemátodo *Caenorhabditis elegans* almacena un tipo de grasa en su **intestino**; también hay algunos **anfibios y reptiles** que la acumulan en su zona abdominal; y

en las focas y en las ballenas se encuentra **debajo de la piel**. En cada organismo mencionado, la grasa cumple diversas funciones, por otra parte, en el resto de los **mamíferos** se encuentra en ambas localizaciones, tanto **debajo de la piel** como en la **zona abdominal**.

¿En qué tipo de células se almacena la grasa?

El **adipocito** es la **célula que caracteriza el tejido adiposo**. Los adipocitos son células redondeadas que **contienen un depósito de grasa** que puede representar hasta el 95 % de su masa celular, por lo que son considerados las células con la mejor capacidad de almacén de energía, una función sumamente importante que los hace el único tipo de célula con la capacidad de no sufrir ningún tipo de toxicidad al realizarla, además pareciera tan elástica que puede aumentar hasta 20 veces su tamaño. Entonces aparece la pregunta obligada, **¿para qué necesitamos almacenar grasa?**

Esto podría parecer innecesario y poco estético hoy en día, momento histórico en que la población tiene un acceso ilimitado a todo tipo de alimentos ricos en energía, aunque no olvidemos que esto forma parte de una adaptación que fue crítica



Imagen propia

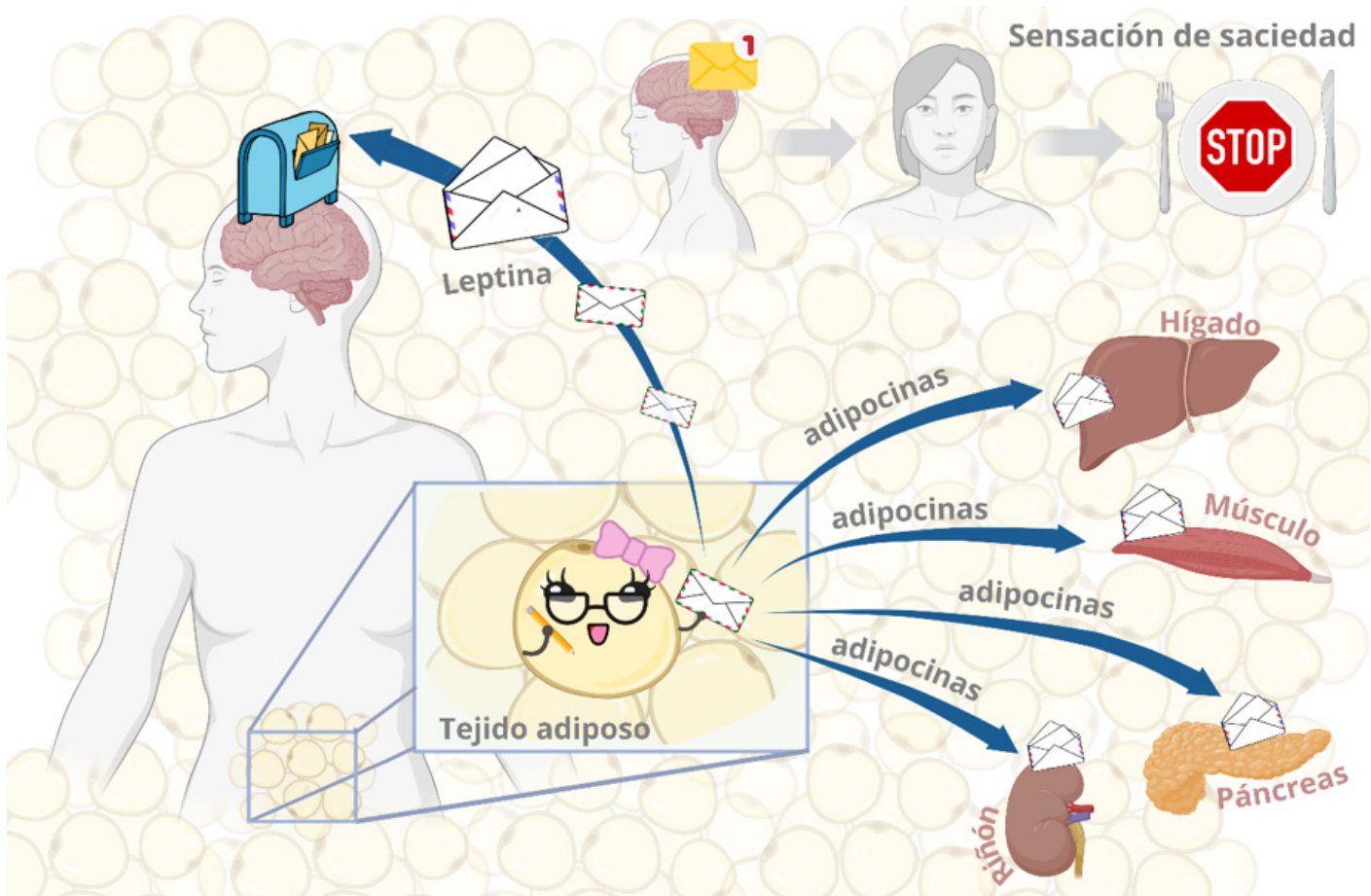


Imagen propia

y fundamental, al permitir a los primeros mamíferos su tolerancia en los mayores episodios de hambre y, por ende, sobrevivir. Otra función que no debemos dejar de mencionar es que este tipo de tejido no solo es una **reserva energética de los seres vivos**, pues tienen otras funciones importantes, por ejemplo, como **amortiguador y protector de órganos internos** o bien de otras estructuras del cuerpo, a la vez que participa de forma activa en la homeostasis ya que tiene la capacidad de **regular la temperatura corporal** en ambientes fríos.

El tejido adiposo se clasifica en tres tipos:

Tejido adiposo blanco. Se caracteriza porque sus adipocitos albergan un solo depósito de almacén que contiene la suficiente energía para cubrir los requerimientos de un adulto durante al menos dos meses.

Tejido adiposo pardo. Recibe este nombre por su color más oscuro (a diferencia del anterior) y contiene varios depósitos de almacén como los adipocitos «multiloculares». Este tejido adipo-

so no tiene como principal función almacenar energía, sino disiparla mediante termogénesis (producción de calor) con la finalidad de regular la temperatura corporal. Es por ello que el tejido adiposo pardo es esencial en los recién nacidos y en otros mamíferos que viven en ambientes fríos donde resulta aún más relevante, ya que permite que los animales que entran en un estado de letargo durante los meses de invierno (lo que conocemos como hibernación) mantengan su temperatura corporal no menos de dos grados debajo de lo normal.

Tejido adiposo beige. Comparte algunas características con el pardo, sus adipocitos son multiloculares y también puede disipar la energía en forma de calor, pero se cree que en realidad el tejido adiposo pardo está compuesto por adipocitos pardos y beige, e incluso que los adipocitos beige están en la espera de las señales adecuadas para activarse y convertirse en pardos, es decir, forman parte de una transición entre uno y otro tipo de tejido.

Lo que callan los adipocitos

Durante décadas se habló del **adipocito** como una célula pasiva, cuya única función era la de almacenar energía, por lo tanto, **se le atribuyeron señalamientos negativos**, como la acumulación de este tipo de tejido en el abdomen y su relación con el **desarrollo de enfermedades, como la obesidad**. Además, se llegó a pensar que la cantidad de adipocitos totales en las personas se determinaba en los primeros años de vida sin cambios.

A mediados de la década de los 90, un estudio de las moléculas de apellido Friedman y su equipo de colaboradores, describieron por primera vez una molécula de naturaleza proteica producida por el tejido adiposo. Se observó entonces que esta nueva molécula descubierta tenía efectos en el sistema nervioso central. Este gran hallazgo llevó a un cambio en la forma en que se veía al tejido adiposo, ya que esta molécula es la responsable de darle un nuevo protagonismo al tejido adiposo. Esta molécula es la **leptina**, considerada la **hormona de la saciedad** ¡Qué importante! Ahora sabemos que existe un elemento encargado de controlar los excesos

de alimento al **permitir sentirnos satisfechos** y es producido por los adipocitos.

A partir de entonces, se identificaron otras nuevas moléculas secretadas por los adipocitos y fueron bautizadas como **«adipocinas»**, que resultaron ser moléculas especiales, proteínas con funciones específicas que **fungen como mensajeros químicos producidos por el adipocito**, las cuales llevan mensajes diversos como la regulación de apetito, el aumento y la disminución a la sensibilidad de insulina, e incluso el llamado a otras células, de esta manera modulan y regulan diversas reacciones en el cerebro, hígado, músculo, sistema inmunitario y gónadas.

Este hecho trascendental, permite que en la actualidad se le considere al **tejido graso** ya como un **órgano endócrino**, dejando atrás su posición pasiva y exclusiva de almacén de energía, lo que hoy le permite **asociarse a enfermedades metabólicas más complejas**.

Después de conocer la función de nuestras células «estrellas» y su participación en los procesos metabólicos y de homeostasis del cuerpo, revi-

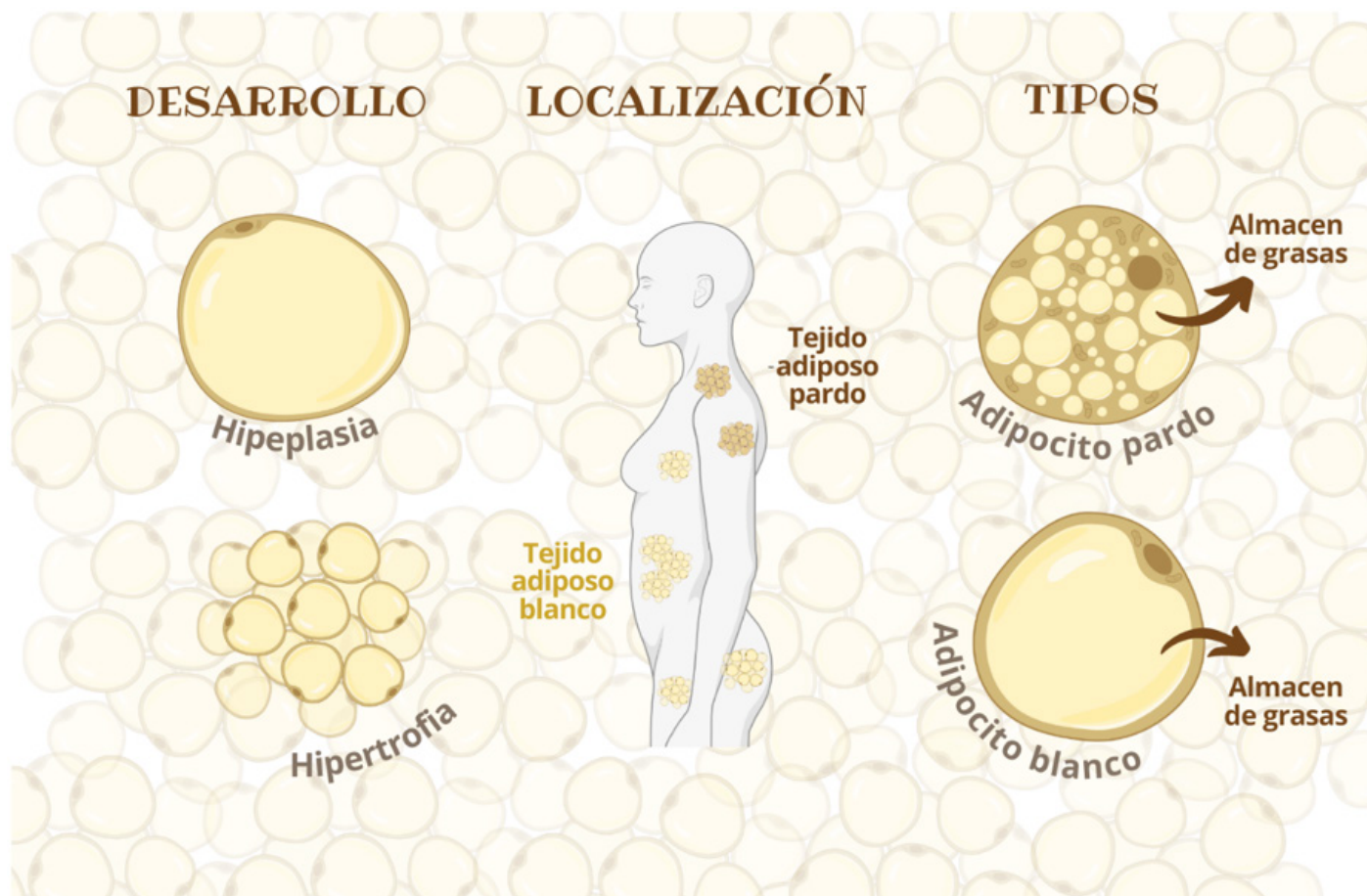


Imagen propia.

saremos un poco el comportamiento que tienen en el tejido al que pertenecen. Normalmente, su desarrollo puede contener dos procesos importantes: El primero denominado **hiperplasia**, que consiste en un **aumento en el número de células normal** en el tejido y la **hipertrofia**, que está relacionada con un **aumento en su tamaño**; esto último conlleva a una patología, ya que, como cualquier otra célula que aumenta de forma desmedida de tamaño, puede causar su propia muerte, con ello genera además el aumento de adipocinas proinflamatorias, lo que **impide el correcto funcionamiento de la célula**, ocasionando a su vez patologías metabólicas como obesidad, diabetes, hipertensión e hígado graso.

Un mundo sin tejido adiposo

Es bien conocida la consecuencia principal del exceso de tejido adiposo: alteración en diversos órganos, repercusiones que están relacionadas con los siguientes aspectos: ¿Cómo crece el tejido adiposo? (hipertrofia vs. hiperplasia) ¿Dónde se almacena? (visceral vs. subcutánea) y ¿Cómo es la comunicación que tiene con otros órganos? Todo esto sumado a la susceptibilidad genética del individuo.

¿Qué pasaría si no tuviéramos tejido adiposo?

Existe un trastorno llamado **lipodistrofia**, el cual se consideró como una enfermedad rara debido a que, aproximadamente, cuatro personas por millón están afectadas en el mundo. La lipodistrofia se caracteriza por la **pérdida total o parcial de tejido**

adiposo, por lo que, al tener una carencia de dicho tejido, existe una **deficiencia de leptina** (hormona de la saciedad), por lo que la persona afectada puede tener síntomas de apetito extremo, siendo tanto el impulso por comer que le resulta casi imposible superarlo con una dieta de restricción calórica. Por lo tanto, al no existir un lugar donde almacenar esta energía, las grasas se distribuyen en otros lugares del cuerpo como el músculo, el hígado, o incluso el páncreas, provocando numerosas complicaciones y lo más relevante, es que algunas de ellas pueden resultar mortales.

Lo fundamental de los adipocitos

El tejido adiposo tiene varias funciones, entre ellas la de ser un almacén de energía, además de brindar protección mecánica a órganos internos, sin olvidar su participación activa en los procesos de homeostasis que le permiten una intervención activa en la regulación de la temperatura corporal. Qué decir también de aquellas adipocinas que se comportan como mensajeros químicos eficientes. No tenemos más que considerar, que **los avances en el estudio del adipocito han abierto nuevas líneas de investigación** que permiten valorar la verdadera importancia de células que en el pasado habían sido consideradas no solo pasivas, en ocasiones hasta perjudiciales, y aunque el exceso de ellas está relacionado con diversas patologías, es de suma importancia resaltar que **su presencia en los seres vivos es fundamental para su supervivencia**.



Frigolet M. E., Gutiérrez-Aguilar R. (2020). Los colores del tejido adiposo. *Gaceta Médica de México*, 156(2), 143-150. https://www.gacetamedicademexico.com/files/es/gmm_20_156_2_143-150.pdf

García-Torres D., Castellanos-González M., Cedeño-Morales R., Benet-Rodríguez M., Ramírez-Arteaga I. (2017). Tejido adiposo como glándula endocrina. Implicaciones

fisiopatológicas. *Revista Finlay*, 7(1), 126-146. <https://rev-finlay.sld.cu/index.php/finlay/article/view/39/1209>

Reyes J. M. (2012). Características biológicas del tejido adiposo: el adipocito como célula endocrina. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 23(2), 136-144. Características biológicas del tejido adiposo: el adipocito como célula endocrina | Elsevier Enhanced Reader

ARTÍCULO DE PORTADA

Switch epigenético: Un genoma, más de 200 epigenomas

María Teresa Arceo-Martínez y Zoraya Palomera-Sánchez





Todas las células que conforman tu cuerpo, desde las células de la piel, el corazón, el cerebro, el hígado, los huesos, entre otras, contienen en su núcleo la misma secuencia de letras o bases químicas que constituyen el ADN en tu genoma. Entonces, ¿qué marca la diferencia para que esta secuencia genómica específica de cada uno de nosotros pueda crear una amplia ventana de diversos tipos celulares? La respuesta está en la epigenética.

Genoma y epigenética

Seguramente has escuchado los términos genoma y epigenética en más de una ocasión. ¿Sabías que en nuestro cuerpo estos dos términos se conjuntan para poder generar más de 200 epigenomas a partir de un solo genoma?

Para poder explicarlo tendremos que iniciar desde ti mismo. En este momento, mientras estás leyendo este artículo, puedes ver que tu mano está recubierta por el sistema tegumentario, es decir, por la piel, el cual conforma el órgano más extenso del cuerpo. La piel, a su vez, se forma de bloques llamados tejidos que, si los observamos con un microscopio, veríamos que se compone de

cientos de celdas que son las que llamamos células.

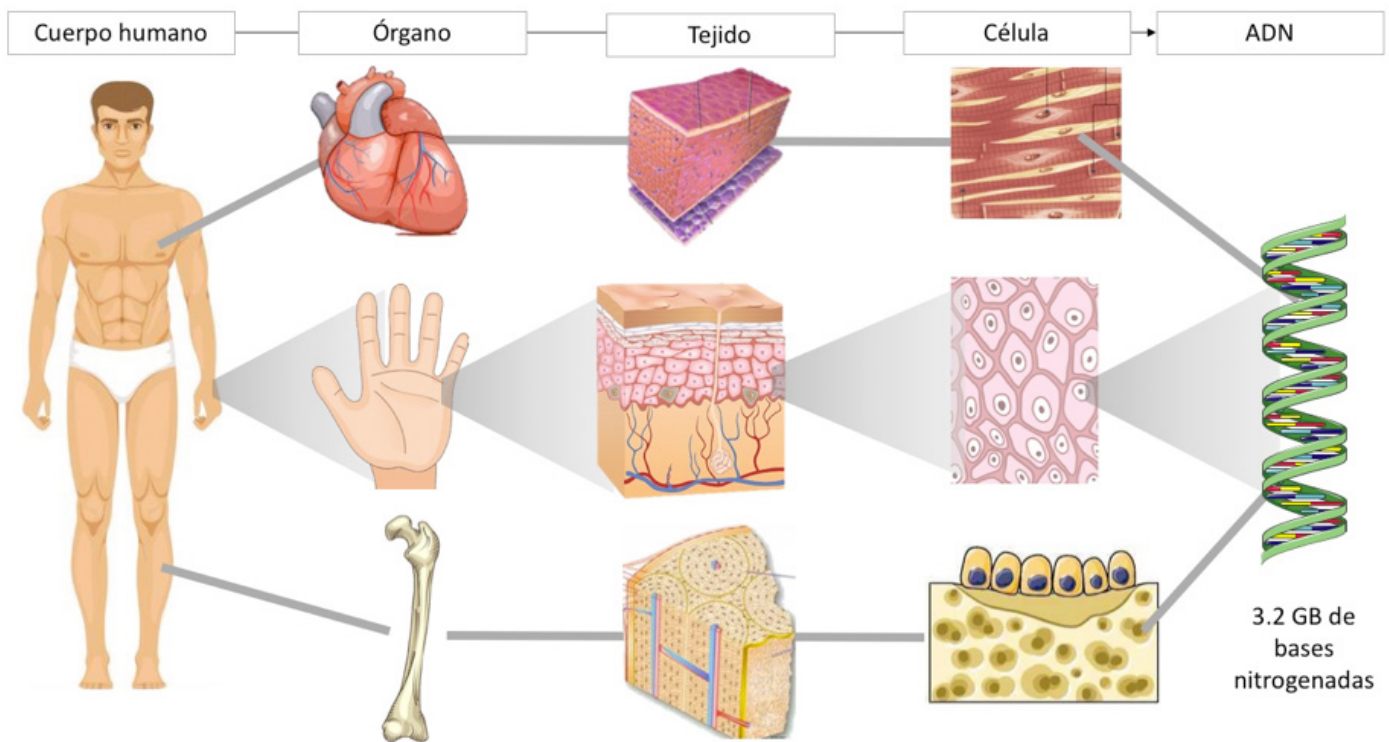
La célula es la unidad básica de los sistemas biológicos; a pesar de ser tan pequeña, constituye un sistema minucioso y perfecto capaz de sacar a flote desde organismos simples como una bacteria hasta complejos como un elefante.

A grandes rasgos, la célula está formada por citoplasma y núcleo. Dentro del citoplasma están muchas de las proteínas y orgánulos celulares encargados del mantenimiento y de la ejecución de los procesos del día a día. Mientras que en el núcleo se encuentran las instrucciones para que estos procesos puedan llevarse a cabo.

Estas instrucciones se guardan en forma de ADN, el cual forma el genoma de la célula. La hebra de ADN es una molécula en forma de doble espiral constituida por la combinación de cuatro nucleótidos o bases nitrogenadas: timina (T), adenina (A), citosina (C) y guanina (G). En nosotros, los humanos, se sabe que contamos con 3.2 gigas de bases nitrogenadas (GB), es decir, tres mil doscientos millones de nucleótidos acomodados en la misma secuencia en todas las células que forman nuestro cuerpo y este, acomodado, es específicamente



<https://pixabay.com/es/photos/search/genes/>



co para cada persona. En otras palabras, nuestras células de la piel, cardíacas, óseas, etc., **contienen el mismo genoma**; sin embargo, **en forma y función son completamente diferentes**, tal como lo esquematizamos en la siguiente imagen:

El cuerpo humano se conforma de órganos, tejidos y células. El ADN humano tiene una longitud de 3.2 GB, en el que las bases nitrogenadas en su totalidad, y organizadas dentro del núcleo celular, constituyen el **genoma** de cada célula. Aunque el genoma es idéntico en todas las células del cuerpo de cada persona, este es capaz de originar tejidos tan diferentes como los del corazón, la piel y los huesos.

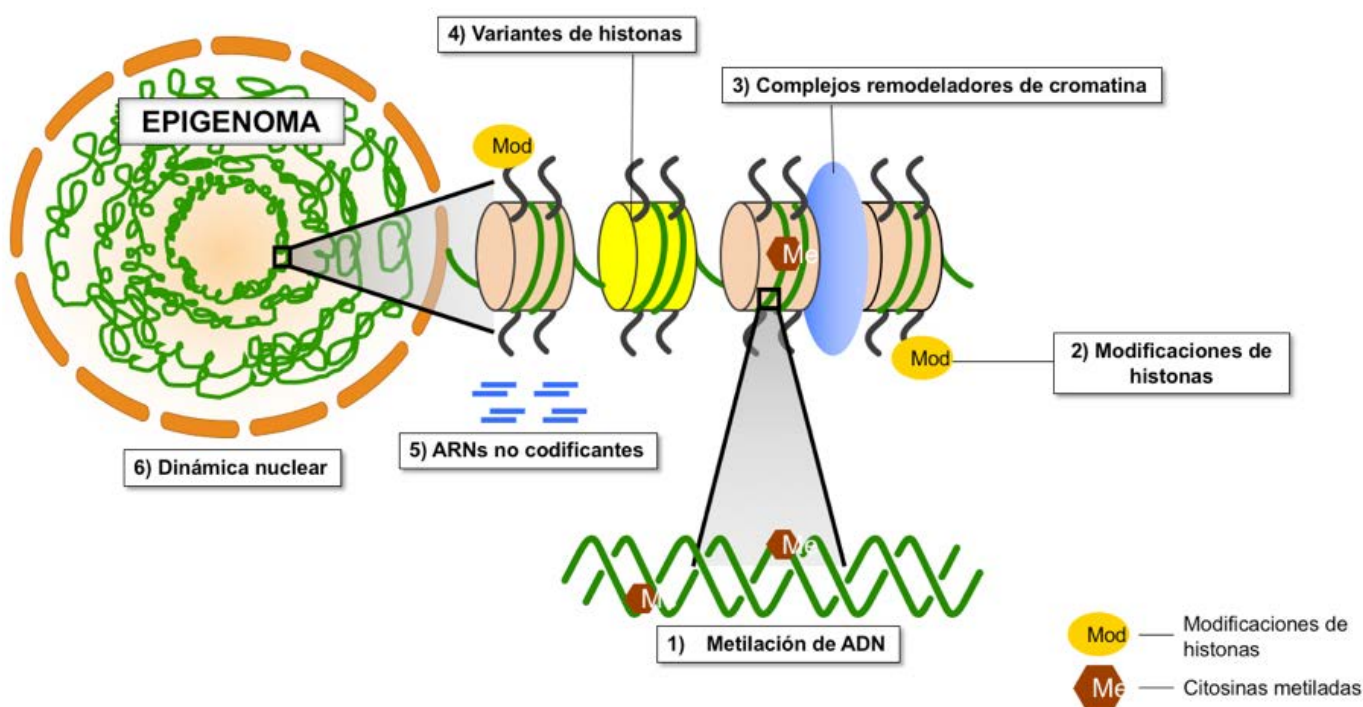
Esto se debe a que en cada una de las células de nuestro cuerpo no **siempre están encendidos o activos todos los genes de nuestro ADN**. Cada tipo de tejido tiene una **programación única de apagado y de encendido de genes** de acuerdo con las necesidades de sus células. Por ejemplo, no es lo mismo una célula de piel que nos protege de agentes externos, que una célula cardíaca, la cual requiere una gran cantidad de energía para actuar como una bomba hidráulica; o que una célula ósea, que necesita sintetizar una gran cantidad de proteínas estructurales para darnos soporte.

Entonces, si nuestro contenido genético o genómico es idéntico en todas las células somáticas del cuerpo, desde el cabello hasta la piel, el corazón, el cerebro o los huesos, **¿cómo se originan los 200 epigenomas que dan lugar a tantos tipos celulares? La respuesta está en el *switch epigenético*.**

La epigenética, el *switch* de los genes

Para que un gen se apague o se encienda, existen dos mecanismos: 1) Cambios genéticos (mutaciones) y 2) Cambios epigenéticos. Las **mutaciones genéticas** implican el cambio de uno o varios nucleótidos que **alteran directamente la secuencia del ADN** y, por ende, podrían alterar la expresión del gen. De manera contraria, los cambios o alteraciones **epigenéticas**, son aquellas que **modifican la expresión de los genes sin alterar su secuencia de ADN**, esto mediante el marcaje con modificaciones químicas sobre el ADN o sobre las histonas (proteínas) donde este se empaqueta. En otras palabras, cada una de nuestras células pasa por un ***switch epigenético***, adquiriendo ***etiquetas químicas*** específicas que les permitirán tener activos los genes que dan origen a su forma y su función; mientras que silenciarán los genes que no corresponden a su linaje celular.

La regulación o *switchs epigenéticos* de nuestras células se puede dar en varios niveles, tal como lo puedes ver en la siguiente figura.



Los diferentes niveles de regulación epigenética

El primer nivel es la metilación del ADN.

Un grupo determinado de enzimas puede marcar nucleótidos de citosina con un grupo químico llamado metilo, actuando como un candado que interrumpe la lectura de la secuencia y, por ende, la síntesis de su proteína. De esta forma, el gen puede apagarse.

En el segundo nivel participan las histonas.

¿Las conoces? Son las proteínas que permiten la compactación del ADN en cromatina. Las histonas son susceptibles a una gran variedad de etiquetas o modificaciones químicas. De manera similar al nivel anterior, cuando se les agregan grupos metilo en aminoácidos específicos de la histona, se pone un candado a la expresión, provocando que la cromatina se compacte aún más, lo cual dificulta la entrada de las enzimas de la expresión génica, lo que silencia el gen. Las histonas pueden metilarse una, dos y hasta tres veces en el mismo aminoácido, lo que se conoce como mono, di y trimetilación. Usualmente, la metilación de histonas que compacta la cromatina, se acompaña de metilación de ADN, haciendo una fortaleza impe-

netrable para la maquinaria de transcripción. Sin embargo, en las histonas se pueden pegar otros grupos químicos que, al contrario de la metilación, actúan como llaves y relajan la cromatina para facilitar la lectura de los genes. La etiqueta química de apertura o de relajación de la cromatina más estudiada, es la acetilación. Los grupos acetilos neutralizan la unión entre las histonas y el ADN, despegando las secuencias para que sea más fácil echarles un vistazo.

En el tercer nivel encontramos los complejos remodeladores de histonas. Son una especie de bomba que utiliza la energía celular para despegar las histonas del ADN y exponer la secuencia, facilitando así su lectura.

El cuarto nivel se constituye por las variantes de histonas. Se llama así porque sucede un recambio entre histonas del mismo tipo, por su correspondiente variante de histona, estas últimas se diferencian en algunos residuos de aminoácidos que permiten nuevas etiquetas químicas. Estas nuevas variantes dentro de la cromatina,

provocan un cambio en las propiedades de las histonas y en su patrón de etiquetado, marcando una respuesta celular específica.

En el quinto nivel podemos mencionar la participación de ARNs no codificantes. Estas pequeñas moléculas de ácidos nucleicos también pueden ser compatibles con secuencias de ADN y pegarse sobre él, para disminuir o para potenciar la expresión de un gen.

En el sexto nivel está la dinámica nuclear del epigenoma. Tiene el rol protagónico en este artículo: el epigenoma que, junto con la estructura nuclear, representan la suma e interacción de todos los niveles epigenéticos anteriores, en una combinación y en un espacio nuclear único, lo que permite dar lugar a cada tipo celular.

¿Y los más de 200 epigenomas de nuestro cuerpo?

El **genoma** se puede definir como la **secuencia total y única de ADN** conformada por las bases nitrogenadas, los 3.2GB en el caso de nuestro cuerpo humano; mientras que el **epigenoma** constituye el **mapa de todas las etiquetas químicas que**

regulan la lectura de esta secuencia genómica (ADN) en ciertos momentos y condiciones. La formación o diversificación de los más de 200 epigenomas en el ser humano, se origina principalmente durante la diferenciación celular ocurrida **poco después de la fecundación**, en el desarrollo embrionario. Una parte del epigenoma es heredada de los padres en los óvulos y los espermatozoides; sin embargo, a las pocas horas de la concepción, a partir de una célula madre con una secuencia de ADN definida, las diferentes señalizaciones facilitan el etiquetado sobre el ADN y/o las histonas donde este se une: activando, apagando, potenciando o atenuando diferentes genes, que decidirán el destino y la función final de cada uno de los aproximadamente 200 tipos de células que nos constituirán como un ser humano. Una vez que las células ya están diferenciadas, el epigenoma puede heredarse a la nueva generación de células en cada ciclo de división, lo cual ayuda a que mantengan su especialización.

En el siguiente apartado se mencionan algunos ejemplos de genes cuyas proteínas solo se expresan en el epigenoma de cada tejido especializado del cuerpo:

Ejemplos de epigenomas que encienden genes de proteínas específicas de cada tejido.

GEN-PROTEÍNA	PIEL	HUESO	CORAZÓN	PÁNCREAS	SANGRE	RETINA	FUNCIÓN
COLÁGENO	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	Le da forma y estructura a la piel y huesos.
MIOSINA	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	Provoca las contracciones musculares responsables de los latidos.
PROTEÍNAS ÓSEAS MORFOGÉNICAS	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	Inducen la formación del hueso, cartilago y tejido conectivo.
HEMOGLOBINA	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	Transporta oxígeno a los tejidos.
OPSINA	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	Capta la luz para transformarla en estímulo cerebral.
INSULINA	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	Permite la absorción de la glucosa en los tejidos.

ON: Cromatina relajada, esto por las etiquetas de acetilación (llaves). Gen encendido.

OFF: Cromatina compacta debido a etiquetas específicas de metilación (candados). Gen apagado.



Los epigenomas pueden verse afectados durante la vida de una persona, debido a diferentes señales externas, como los factores medioambientales y el estilo de vida, como genotóxicos atmosféricos, la alimentación, el sedentarismo, el tabaco y el alcohol, provocando enfermedades como obesidad, diabetes, cáncer, entre otras.

En el caso del **cáncer**, las células sanas de un tejido, al recibir constantemente estas señales no benéficas a las que son expuestas, **alteran su switch epigenómico (epigenoma)**, perdiendo su especialización y alterando su ciclo celular; esto provoca una masa de células indiferenciadas que pueden multiplicarse descontroladamente.

Actualmente, los científicos, además de **estudiar** el genoma humano, están estudiando los **epigenomas de cada tejido para mejorar los tratamientos de diferentes enfermedades**, entre

las que se incluye el cáncer. Esto permitirá individualizar las terapias para cada tipo de tumor, por ejemplo, el de mama y el de próstata, que representan los dos tipos de cáncer con mayor incidencia a nivel mundial.

Ahora ya sabes que, en sí, **el switch epigenético constituye un mecanismo de regulación en la expresión génica**, dando lugar a las 200 arquitecturas o dinámicas nucleares (epigenomas) que formarán una célula de la piel, del corazón, del cerebro, etc., partiendo todas de un mismo genoma o secuencia de ADN. Recuerda que estos epigenomas pueden modificarse de manera benéfica o no, en respuesta a nuestro estilo de vida y a factores ambientales, así que, ¡cuida tus 200 epigenomas!

Zoraya Palomera Sánchez. Doctora en Ciencias con especialidad en Epigenética por el IBT-UMAHN.



Sus estudios de Maestría los realizó en el CINVESTAV-IPN y es de formación QFB por la UDG. La Epigenética y daño al

ADN han sido su pasión desde sus estudios de posgrado. En su estancia Posdoctoral en Oregon State University (USA) fortaleció su estudio en Epigenética, daño al genoma y nutrición en cáncer. Actualmente está adscrita a la FMVZ-UMSNH, donde continúa estudiando el papel de los fitoquímicos de la dieta que ocasionan inestabilidad en la estructura de la cromatina de células de cáncer. Pertenece al SNI nivel 1.

zoraya.palomera@umich.mx

María Teresa Arceo Martínez. Originaria de Michoacán (1992), se licenció en Genómica Alimentaria por la Universidad de la Ciencia y se graduó como Maestra en Ciencias Biológicas por la UMSNH. Se ha desempeñado como asistente de investigación en la UNMSH, en proyectos relacionados con la biología molecular y epigenética del cáncer. Actualmente, se desempeña como asistente de International Aesthetic Plastic Surgery, apoyando en la revisión de pruebas moleculares y de laboratorio de las pacientes de cirugía. Paralelamente, sigue operando en su emprendimiento en biotecnología, ya que su mayor meta es que la ciencia llegue a todos, a través de su aplicación y su divulgación.

marithemarce@icloud.com



Arceo-Martínez M. T., Valadez-Graham V. y Palomera-Sánchez Z. (2020). Epigenética: Candados y llaves durante la lectura del ADN. *Revista Digital Universitaria*, 21(6). <http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2020.21.6.4>

Jouve de la Barreda N. (2020). La epigenética. Sus mecanismos y significado en la regulación génica. *Cuader-*

nos de Bioética, 31(103), 405-419. <http://aebioetica.org/revistas/2020/31/103/405.pdf>

Rivera C. M. y Ren B. (2013). Mapping human epigenomes. *Cell*, 155(1), 39-55. <https://www.cell.com/action/showPdf?pii=S0092-8674%2813%2901148-3>

ARTÍCULO

¿La bioenergía beneficia a la sociedad?

Juan Carlos Pulido-Ocegueda y José María Ponce-Ortega



https://pixabay.com/es/photos/search/energ%C3%ADa%20poblaci%C3%B3n/?manual_search=1

Juan Carlos Pulido-Ocegueda. Estudiante de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Química, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

2027805h@umich.mx

José María Ponce-Ortega. Profesor de la Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

jose.ponce@umich.mx

Hoy en día existe una gran cantidad de problemas que afectan la medida de desarrollo de un país o población. Por ejemplo, la escasez de recursos, la falta de combustibles y de energías, el exceso de emisiones de efecto invernadero y las enfermedades que ocasionan, el hiperconsumismo fuera de una economía circular que permita el uso adecuado de recursos, por mencionar algunos. Estos problemas han llevado a que **las poblaciones presenten dos tipos de vulnerabilidades: por ingresos económicos y por carencias sociales.**

En este contexto, la **ingeniería química** se ha enfocado en generar **estrategias que pretenden mejorar estas situaciones**, buscando la conservación ambiental y el mejoramiento económico y social de las poblaciones. Por esta razón, distintos estudios se han enfocado en el **uso de biomasa residual** procedentes de distintos sectores, principalmente del agrícola y urbano, para la generación de combustibles.

Las **biorrefinerías**, que son instalaciones que **integran procesos y equipos de conversión de biomasa para producir combustibles**, energía y productos químicos a partir de biomasa, entran en juego, ya que sus cadenas de suministro engloban desde la obtención y generación de biomasa residual, hasta la venta de productos finales en los mercados. Aquí es donde los participantes de esta cadena de suministro pueden ser beneficiados en el aspecto económico y social, teniendo en cuenta la conservación del ambiente.

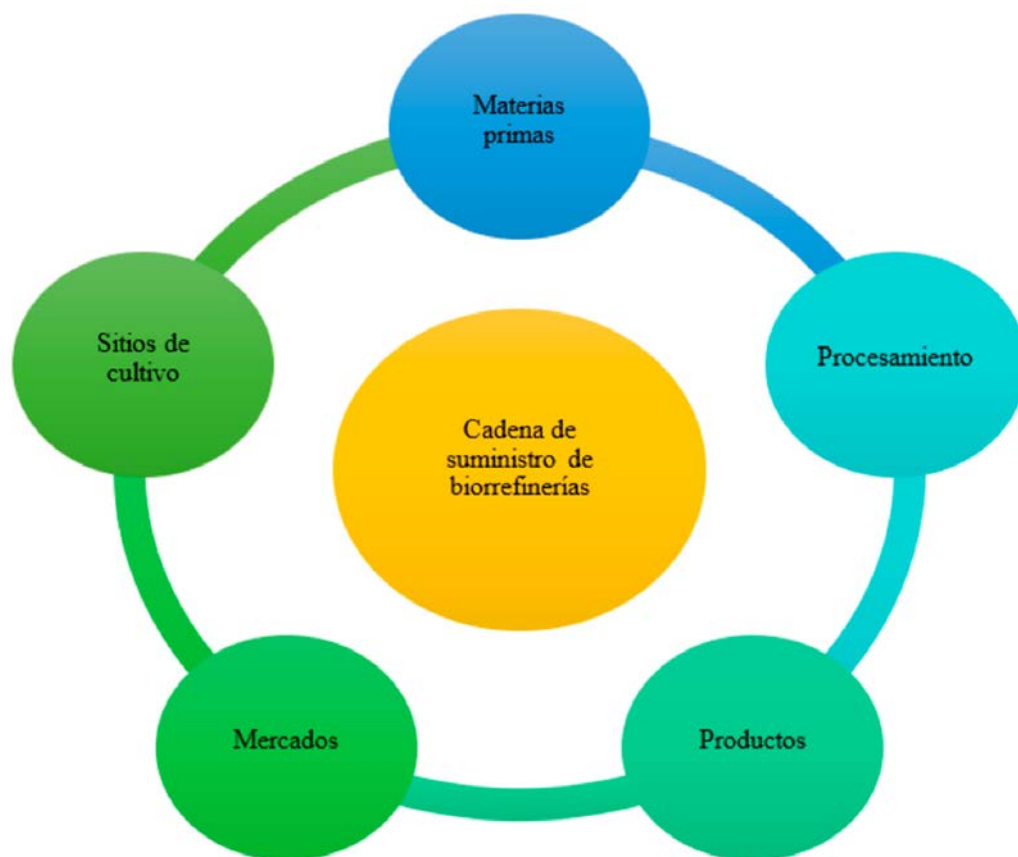
¿Qué poblaciones participarían dentro de las cadenas de suministro?

Principalmente, aquellas **poblaciones que presenten un bajo índice de**

desarrollo humano (IDH), ya que gracias a diversos estudios se sabe que estas poblaciones **presentan un alto potencial para desarrollar actividades agrícolas**, además de generar una gran cantidad de biomasa residual, de la cual puede ser aprovechado el potencial energético por medio de la instalación estratégica de biorrefinerías; los **beneficios generados serían para las poblaciones aledañas** a estas instalaciones, tanto de forma económica como ambiental y social.

Pero ¿Cómo mejoraría esto el IDH?

El IDH está compuesto por tres aspectos principales: el **índice de esperanza de vida**, el **índice de educación** y el **índice de producto interno bruto (PIB)**, los cuales permiten conocer el nivel de desarrollo que presenta una población; al aumentar estos índices, aumenta el IDH. En este sentido, una cadena de suministro de biorrefinerías de biomasa residual, al ser optimizada, podría generar un **beneficio económico, social y ambiental**, mejorando el IDH, al considerar las ganancias económicas que se generen dentro de la cadena en los participantes de la mis-



Ciclo de la cadena de suministro de biorrefinerías. Elaboración propia.



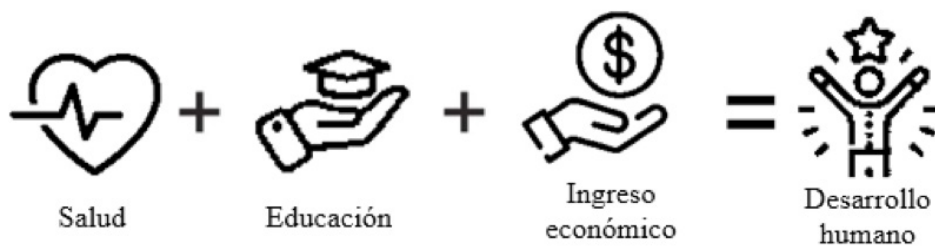
Representación del alcance del beneficio generado por la instalación de biorrefinerías. Elaboración propia.

Verde: Indica participación de las poblaciones dentro de la cadena de suministro

Amarillo: Alcance del beneficio económico, social y ambiental generado por las biorrefinerías

ma, ya sea por la venta y generación de materias primas, como por la venta de productos en los mercados, además de contribuir a **minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero**, con lo cual es posible mejorar las condiciones de vida de las poblaciones en las cuales se instalen las biorrefinerías y en sus alrededores.

Integrando las ganancias netas generadas en la cadena de suministro al PIB de las poblaciones participantes, se generaría un aumento en uno de los principales aspectos del desarrollo humano, mejorando así su vulnerabilidad por ingresos económicos, y fomentando con ello su capacidad para la adquisición de bienes y servicios.



Aspectos del IDH. Elaboración propia.



Aranda-Pinilla J. y Orjuela-Castro J. (2015). Optimización multiobjetivo en la gestión de cadenas de suministro de biocombustibles. *Ingeniería*, 20, 21-47. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-750X2015000100004&lng=en&nrm=iso

CONEVAL. (2020). *Informe de Pobreza y Evaluación 2020. Estado de México*. México, Consejo Nacional de Evalua-

ción de la Política de Desarrollo Social. https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Documents/Informes_de_pobreza_y_evaluacion_2020_Documentos/Informe_Mexico_2020.pdf

INEGI. (2019). *Agricultura, ganadería y pesca*. México, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. <https://www.inegi.org.mx/temas/agricultura/>

ARTÍCULO

Economía circular y logística inversa:
En pro del planeta

Edna Janderie Jasso-Jasso y Sandra Nallely Morales-García



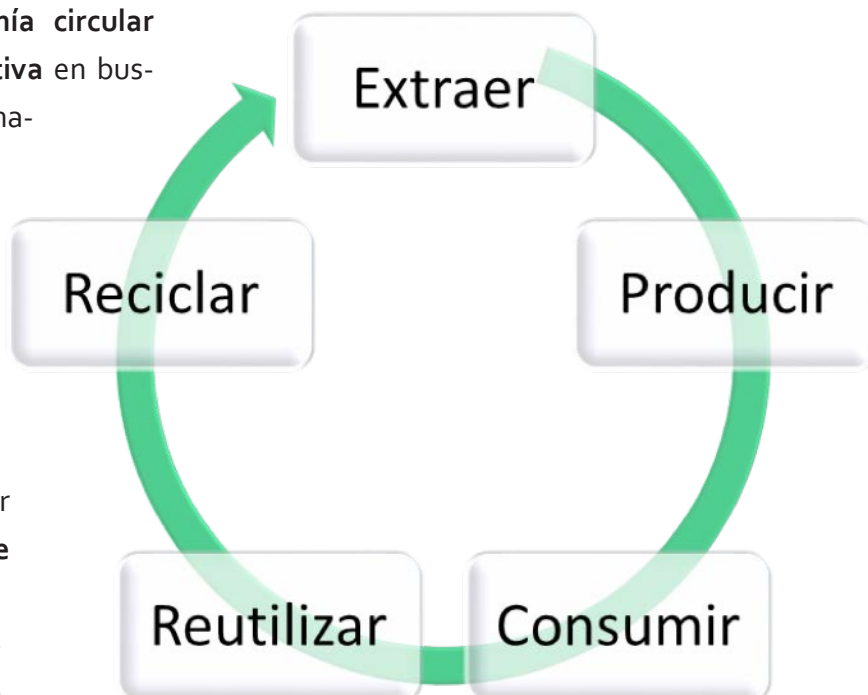
<https://www.pexels.com/es-es/buscar/economia%20circular/>

Edna Janderie Jasso-Jasso. Estudiante del Doctorado en Ciencias del Desarrollo Regional, Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
95031859@umich.mx

Sandra Nallely Morales-García. Estudiante del Doctorado en Ciencias del Desarrollo Regional, Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
1650942f@umich.mx

El contexto actual del planeta y del medio ambiente, demuestra que el presente modelo económico de «extraer, producir y desperdiciar» ha logrado que **los recursos naturales estén llegando al límite de su capacidad física.** Y aunque existe la preocupación en todo el mundo y mandatarios de diversos países han comenzado a emplear diversas estrategias para la preservación y sostenibilidad, **es necesario hacer cambios en el modelo que nos ha llevado a este punto.**

Bajo este contexto, la **economía circular** toma lugar como una mejor alternativa en busca de nuevas formas de crecimiento, haciendo énfasis en los beneficios para toda la sociedad **con total respeto al medio ambiente**. Esto implica descomponer la actividad económica del consumo de recursos finitos y eliminar los residuos del sistema desde el diseño. La economía circular se postula por una **transición a fuentes renovables de energía**, creando capital económico, natural y social bajo tres principios: eliminar residuos y contaminación desde el diseño; mantener productos y materiales en uso; y regenerar sistemas naturales.



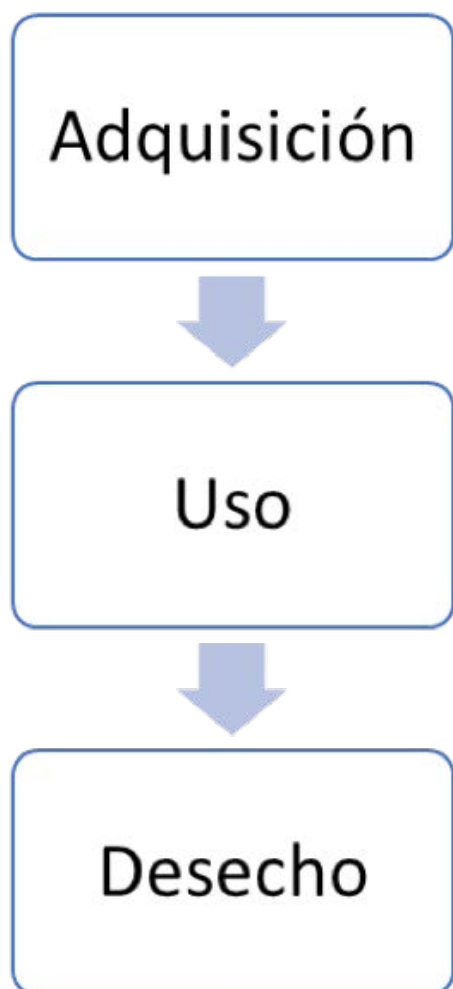
Una excelente estrategia para lograr la preservación del medio ambiente y la reducción de contaminación es la **logística inversa**, esta práctica trae consigo beneficios económicos, sociales y ambientales.

¿De qué estamos hablando?

Este nuevo modelo promueve la **optimización de recursos con una reducción de materia prima**, así como el **aprovechamiento de residuos** por medio del reciclaje, proporcionando una nueva vida y convirtiéndolos en nuevos productos, por lo que garantiza una producción y un **consumo** con un crecimiento **sostenible en el tiempo**.

La economía circular es un ciclo de desarrollo continuo positivo que preserva y aumenta el capital natural, optimiza los rendimientos de los recursos y minimiza los riesgos del sistema, gestionando *stocks* finitos y flujos renovables. Funciona de manera efectiva a cualquier escala. Este modelo se basa en dos ciclos:

Ciclo biológico. Los alimentos y otros materiales de base biológica (por ejemplo, algodón y madera) son diseñados para regresar al sistema mediante procesos de compostaje y digestión anaeróbica. Los ciclos regeneran sistemas vivos, como el suelo, que ofrecen recursos renovables para la economía.



Fuente: Cerdá y Khalilova (2015). Elaboración propia.

Ciclo técnico. Recuperan y restauran productos componentes y materiales mediante estrategias de reutilización, reparación, remanufactura o reciclaje.

Este concepto, aunque parece relativamente nuevo, **surgió en países industrializados después de la Segunda Guerra Mundial** y no se remonta a una única fecha o un único autor. Sin embargo, sus aplicaciones prácticas en los sistemas económicos y procesos industriales modernos **han cobrado impulso desde finales de la década de los setenta**, gracias a un pequeño número de académicos, líderes de pensamiento y empresas.

El modelo de economía circular comprende varias escuelas de pensamiento, que van desde la economía del rendimiento de Walter Stahel, la filosofía del diseño Cradle to Cradle de William McDonough y Michael Braungart, la idea de biomimética

presentada por Janine Benyus, la ecología industrial de Reid Lifset y Thomas Graedel, el capitalismo natural de Amory y Hunter Lovins y Paul Hawken, hasta el abordaje de la economía azul por Gunter Pauli.

El objetivo de esta nueva alternativa es **reconstruir el capital financiero, manufacturado, humano, social o natural**. El círculo de valor presenta el flujo continuado de materiales técnicos y biológicos, de tal manera que garantiza flujos mejorados de bienes y servicios. En este contexto, la logística inversa se posiciona como la clave de la economía circular.

¿Qué es la logística inversa?

Actualmente, la preocupación por el medio ambiente se ha extendido de una manera notable y es un tema común en el mundo empresarial. La

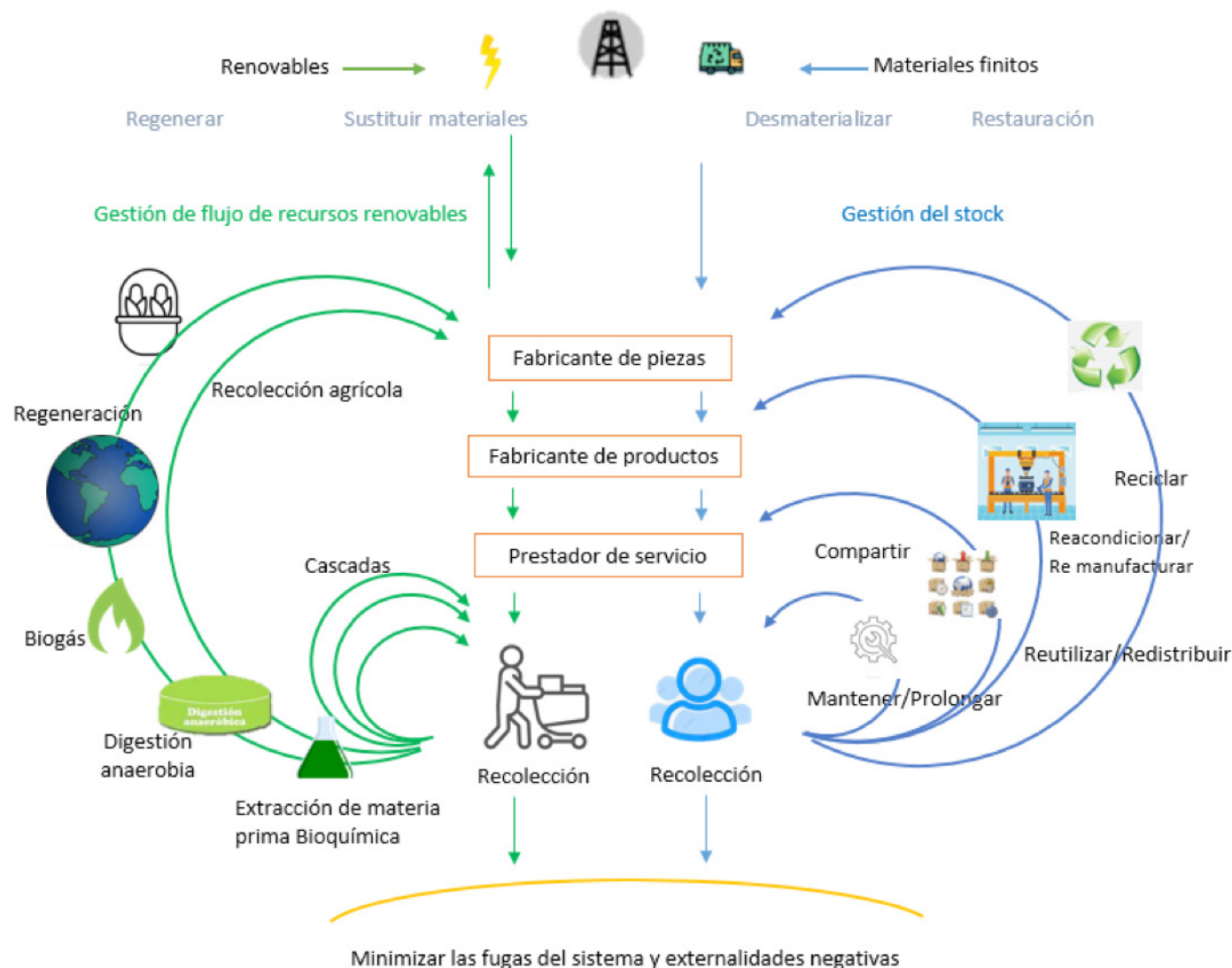
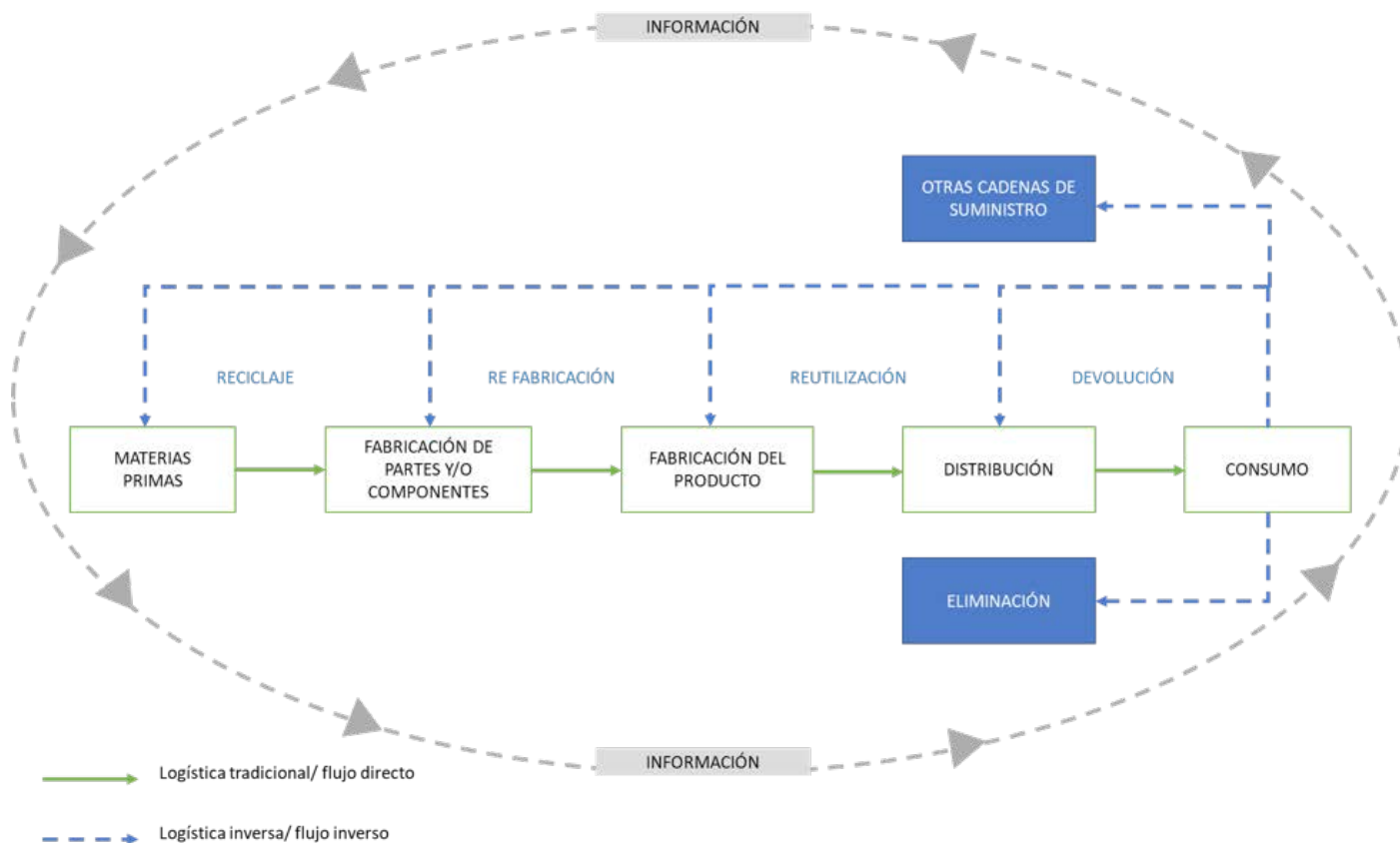


Diagrama sistémico de la economía circular. Elaboración propia con información de la Fundación Ellen Macarthur (2019).



Logística directa e inversa. Elaboración propia con base en Bañegil y Rubio (2005).

conciencia corporativa por la conservación de los recursos naturales significa más que su capacidad para generar una buena reputación de la marca y conseguir la lealtad del cliente. La **escasez de materias primas** y el creciente interés de los consumidores por **proteger el medio ambiente**, así como la idea de **reducir los residuos generados**, son algunos de los factores que **promueven el desarrollo de la logística inversa**.

El término logística se refiere al proceso de coordinar, gestionar y transportar mercancías desde los puntos de distribución hasta el consumidor final. Consecuentemente, la logística se ocupa de almacenar, inventariar, transportar, entregar y/o devolver el producto. Cuando hablamos de logística inversa se refiere a este proceso, pero hacia atrás, es decir, va **desde el consumidor final hacia el distribuidor o punto de origen**.

Reverse Logistics Executives' Council define la **logística inversa** como «el **proceso de planificar, implementar y controlar eficientemente el flujo de materias primas**, inventario en curso, productos terminados y la información relacionada con ellos, **desde el punto de consumo hacia el punto de ori-**

gen con el propósito de recapturarlos, crearles valor, o desecharlos». De acuerdo con esta definición, la logística inversa **engloba varias actividades** y, entre ellas, podemos reconocer algunas de tipo ecológico, ya que se encarga de la recuperación y reciclaje de envases, embalajes y residuos peligrosos, así como de los procesos de retorno de exceso de inventario, devoluciones de clientes y productos obsoletos.

Cuando se devuelve un producto a una empresa, dependiendo de si se trata de devoluciones, reutilización, refabricación o reciclaje de los productos, la empresa dispone de distintas formas de proceder con la finalidad de recuperar parte de su valor.

Las actividades pueden ser las siguientes: **reparación** (menor calidad que el producto nuevo), **reciclaje** (se recuperan los materiales de productos usados para fabricar nuevos productos), **canibalización** (recuperación de parte del producto para reparar, restaurar y refabricar otros productos), **reutilización directa** (sin ninguna transformación de importancia), **destrucción** del producto, transferencia a un tercero, vertido (no reutilizar de nin-

guna forma), **restauración** (donde se conserva la identidad del producto, restaurando cierta calidad), y **refabricación** (fabricar el producto utilizando componentes del producto devuelto).

Dentro de las razones por las cuales una empresa implementa el uso de la logística inversa encontramos razones económicas, legales, y de *Marketing*. Los **motivos económicos** están relacionados con la recuperación de productos y materiales que son una fuente barata de materias primas. Respecto a los **motivos legales**, actualmente las empresas están obligadas a cumplir con las leyes y normas relacionadas con la logística inversa para la protección del medio ambiente. Finalmente, con la logística inversa la empresa puede **mejorar su imagen**, una empresa que se preocupa por el medio ambiente es preferida por el consumidor.

Importancia de la economía circular y de la logística inversa

La visión general de la economía circular pretende explicar cómo se convierte en una nueva alternativa al modelo lineal que ha permeado en poco tiempo el medio ambiente y al planeta, ya que **convierte bienes que están al final de su vida útil en recursos para otros bienes**. Por un lado, genera oportunidades económicas y de negocios, así como beneficios ambientales y sociales y, por otro lado, permite construir resiliencia a largo plazo.

La logística inversa, como se mencionó anteriormente, es un tema novedoso que ha ido tomando fuerza en los últimos años, principalmente porque sus **resultados** son significativamente **positivos para las empresas** y, además, contribuye a la preservación y a la reducción del nivel de contaminación del agua, suelo y aire.

Hoy en día, la cantidad de residuos sólidos que se generan es bastante significativa, por lo cual **es necesario conocer y divulgar la logística inversa** y que todos los involucrados en el proceso (proveedores, fabricantes, personal de logística y transporte, comerciantes, usuarios finales, etc.) **tomen conciencia de la importancia de implementar esta práctica** y adoptar nuevas conductas que sean más respetuosas con el medio ambiente.



Bañegil-Palacios T. y Rubio-Lacoba S. (2005). Sistemas de logística inversa en la empresa. *Dirección y Organización*, 31, 108-116. <https://www.revistadyo.es/DyO/index.php/dyo/article/view/114/114>

Cerdá E. y Khalilova A. (2016). Economía circular. *Economía Industrial*, 401, 11-20. <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/Eco->

[nomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf](https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf)

EMF. (2019). *Towards the circular economy. Business rationale for an accelerated transition*. Ellen MacArthur Foundation, Isle of Wight. <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/elementos-basicos>

ARTÍCULO

¿Por qué preocupa el gas shale?

Tania Itzel Serrano-Arévalo y José María Ponce-Ortega



Tania Itzel Serrano-Arévalo. Estudiante de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
1129300h@umich.mx

José María Ponce-Ortega. Profesor e Investigador, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
jose.ponce@umich.mx

En la actualidad, la demanda energética va en aumento y abastecerla tiene un impacto directo en el crecimiento económico de un país. La forma de obtención de energía eléctrica se encuentra mayormente relacionada con energías convencionales que, generalmente, utilizan combustibles fósiles para su funcionamiento. El consumo de energía global aumentará y se seguirá necesitando de combustibles fósiles. En este sentido, nuevas formas de energía como el **gas de lutitas** contribuirán a satisfacer estas demandas a nivel mundial. **México se ubica en el sexto lugar de reservas de este hidrocarburo no convencional**, arriba están China, Argentina, Argelia, EU y Canadá.

¿Qué es el gas *shale* o gas de *lutitas*?

Es un **hidrocarburo gaseoso** que se encuentra en **rocas sedimentarias de lutita**. Se compone principalmente de gas metano en 95 %, con cantidades variables de etano, propano, butano y otros gases. Contiene una importante cantidad de materia orgánica, sílice, arcilla, carbonatos y minerales.

¿De dónde y cómo se extrae el gas *shale*?

Un sistema petrolero consta de roca generadora, roca almacén y roca sello. En términos geológicos, **la lutita se encuentra en zonas profundas** como es la roca generadora, a diferencia de otro tipo de rocas sedimentarias convencionales que se encuentran en la roca almacén, con características de porosidad y permeabilidad distintas. Para la extracción de gas *shale*, es necesaria la aplicación de nuevas tecnologías y fracturar la roca hidráulicamente debido a su **baja permeabilidad**.

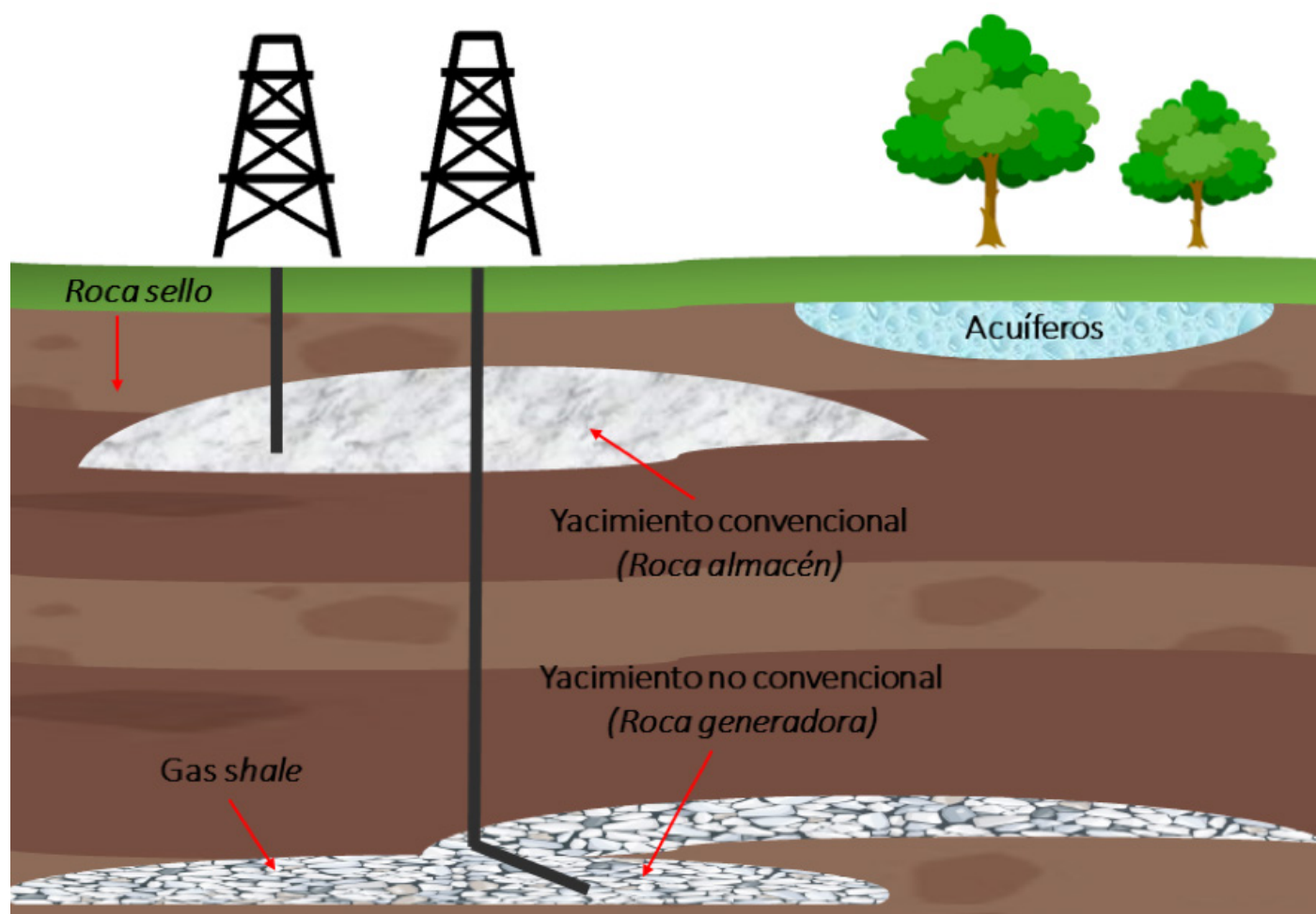
¿Cómo se perforan los pozos de gas *shale*?

La principal diferencia entre la explotación de un pozo convencional con uno no convencional (en este caso gas *shale*), es la dirección de perforación. En el primer caso, es de manera vertical; mientras que en el segundo, es vertical y horizontal. Para

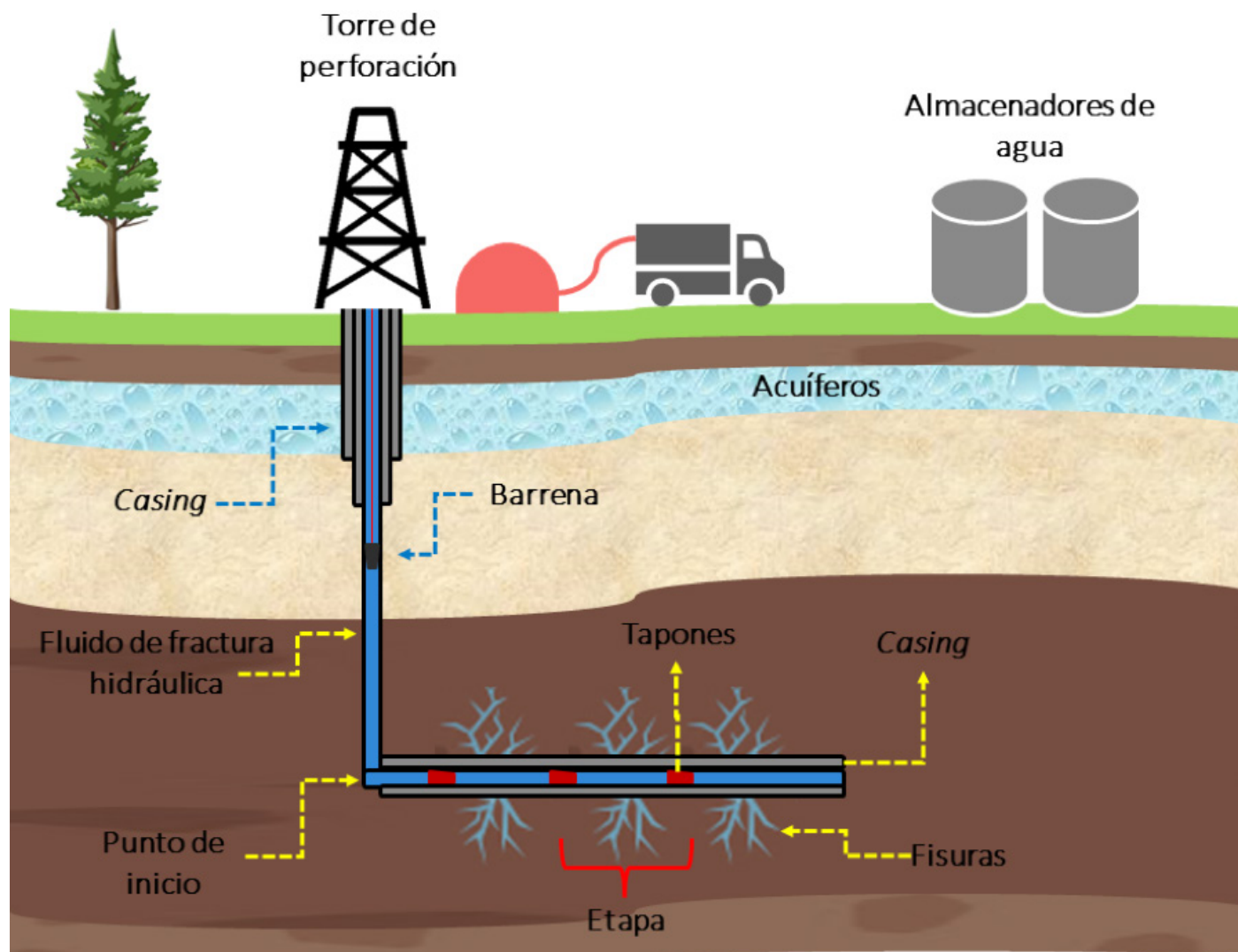
la explotación de yacimientos de gas *shale*, se comienza con la **localización del área**, armado y equipo de plataformas perforadoras; enseguida, se **perfora la boca del pozo** con una barrena que taladra la superficie hasta llegar a las rocas; luego **el pozo es perforado verticalmente** por debajo de los acuíferos hasta llegar a aproximadamente 1 000-5 000 m; seguidamente, se llega al punto de inicio que es aquel en el que es perforado horizontalmente y cubre una distancia promedio de 1 600 m para permitir mayor contacto con la lutita. Durante la perforación se aplica una **zona de seguridad** (*casing*) constituida de tubos de acero y capas de cemento que son aplicados a lo largo de la perforación con la finalidad de **evitar la contaminación de los mantos acuíferos** mediante la filtración de contaminantes químicos que se añaden en la fractura hidráulica (*fracking*), a la vez que funciona como **soporte para las altas presiones** a las que será sometida la perforación durante el *fracking*.

¿Qué es el *fracking* y cómo se genera?

Primeramente, se generan fisuras mediante explosiones que penetran el *casing*, así como la formación rocosa con el fin de tener mayor contacto con la lutita y permitir la liberación del gas. En cada



Modificado de Serrano-Arévalo y Ponce-Ortega, 2022.



Modificado de Serrano-Arévalo y Ponce-Ortega, 2022.

etapa se fisura y, posteriormente, por estos pequeños agujeros (1 cm de espesor, aproximadamente) se continúa con el proceso de **fracking** que consiste en **inyectar un fluido que contiene agua, arena y químicos a altas presiones** para generar fracturas en la roca de lutita. Se terminará con la aplicación de «tapones» que permiten el aislamiento de cada una de las etapas.

Una vez terminadas las etapas (que comúnmente van de 5 a 30) se retiran los tapones, en seguida cierta cantidad de agua retornará a la superficie y, a medida que se reduce, comienzan a fluir los hidrocarburos, permitiendo que el gas y el petróleo atrapados entre la lutita escape del pozo (la producción de estos pozos es de 20-40 años).

¿Qué contiene el fluido que es inyectado en el fracking?

Contiene agua (proveniente de lagos, ríos o de proveedores locales), arena inerte y compuestos químicos. La mezcla de químicos contiene cientos de aditivos como ácidos, desinfectantes y reductores de fricción; las cantidades exactas en las mezclas se manejan como información confidencial. La

composición es de aproximadamente un 94.6 % de agua, 5.23 % de arena y el 0.17 % restante de compuestos químicos. A eficiencias altas del fluido se consigue retener suficiente arena en la grieta creada, generando así fracturas que no cerraran tras el retiro del fluido. **El proceso de fracking conlleva al uso de cantidades excesivas de agua, que van de 8 000 000-27 000 000 litros por pozo.**

¿Qué es y qué contiene el agua que retorna a la superficie?

El agua de retorno, o también conocida como **flowback**, es un **fluido que se recupera después del fracking**. Alrededor de un 10-50 % es retornado en distintos periodos de tiempo, dependiendo de la naturaleza, ubicación y edad del pozo; **contiene sustancias radioactivas** (radio 226 y 228), uranio, torio, **compuestos orgánicos** (benceno, tolueno, queroseno, xilenos), **sales** (Cl, Br, Na, Mg, Ca, etc.) y **metales** (Ba, Mn, Fe, Sr, etc.).

¿Qué efectos tiene el fracking?

El **fracking conlleva retos ambientales** en agua, tierra y aire, así como efectos relacionados

con la **salud y entorno de la sociedad**. La modificación de la formación natural de materia rocosa desencadena **movimientos tectónicos** de la tierra generando temblores. La contaminación del agua *flowback* es demasiada alta, tanto que requiere de tecnologías de tratamiento especial para una reutilización adecuada, en la que cumpla con los estándares de calidad necesarios; en otros casos, casi toda el agua *flowback* se inyecta bajo tierra, el resto se trata para su reuso o se descarga en la superficie, generando **contaminación en suelo y subsuelo**. El *casing* puede sufrir erosión y corrosión, permitiendo la filtración de sustancias químicas que se utilizan en la mezcla inyectada durante el *fracking*, y que tendrán contacto directo con los acuíferos. El metano (CH₄) que escapa a la superficie durante la perforación, por medio de fugas, es hasta 25 veces más potente que el bióxido de carbono (CO₂) como gas de efecto invernadero, **contribuyendo así al calentamiento global**.

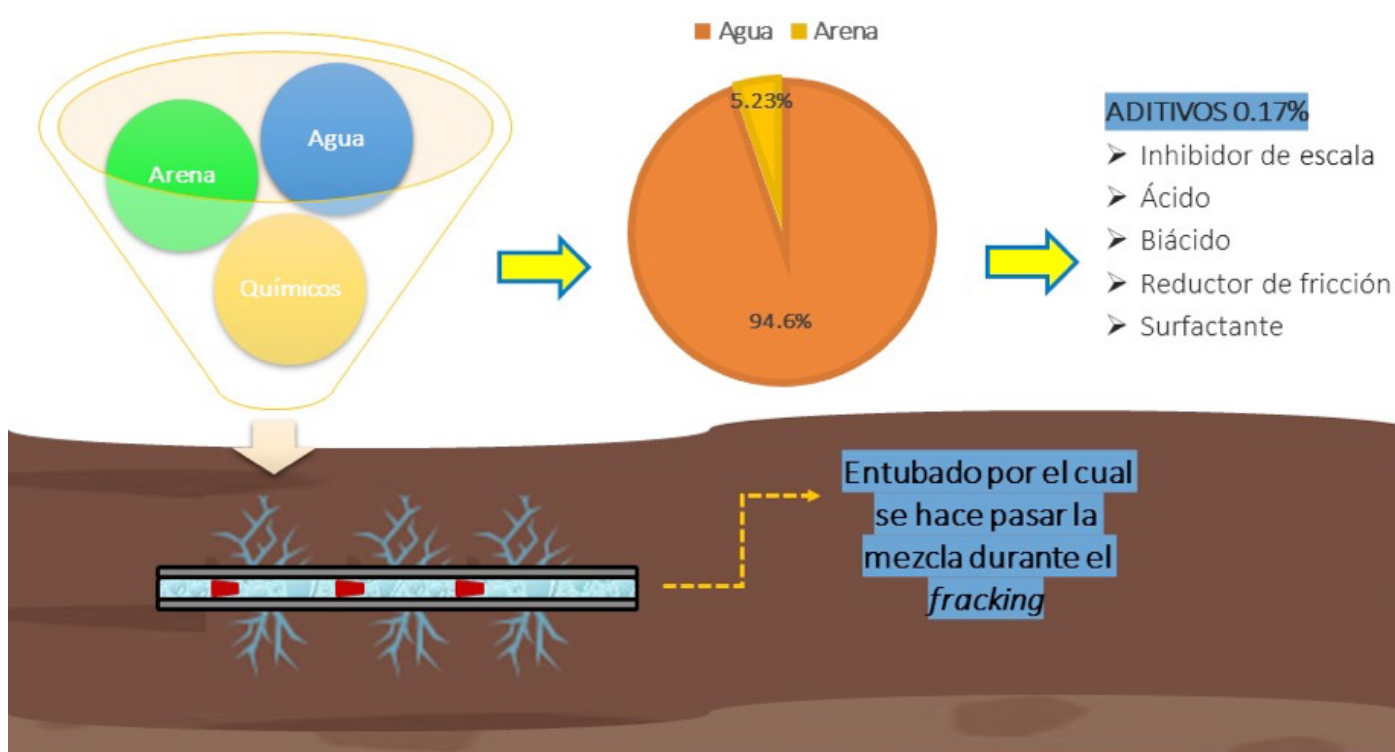
Generalmente, la explotación de pozos se realiza en zonas áridas con limitados recursos de agua y, en otras ocasiones, se toma el agua de corrientes que podrían estar destinadas a otras actividades como la agricultura o la ganadería, propi-

ciando la escasez de agua. Los efectos a la salud también provienen del *fracking*, por ejemplo, algunos compuestos orgánicos como tolueno y benceno, tienen **efectos negativos sobre el sistema nervioso**, pueden afectar el **sistema endocrino**, producir **alergias, cáncer o mutaciones**; asimismo, los compuestos rocosos afectan directamente a los trabajadores por la inhalación de polvo de sílice provocando **silicosis**. Con el proceso de obtención de gas *shale* se disminuyen los recursos hídricos y la vida silvestre mediante el proceso de preparación de la tierra para la perforación y rutas de acceso.

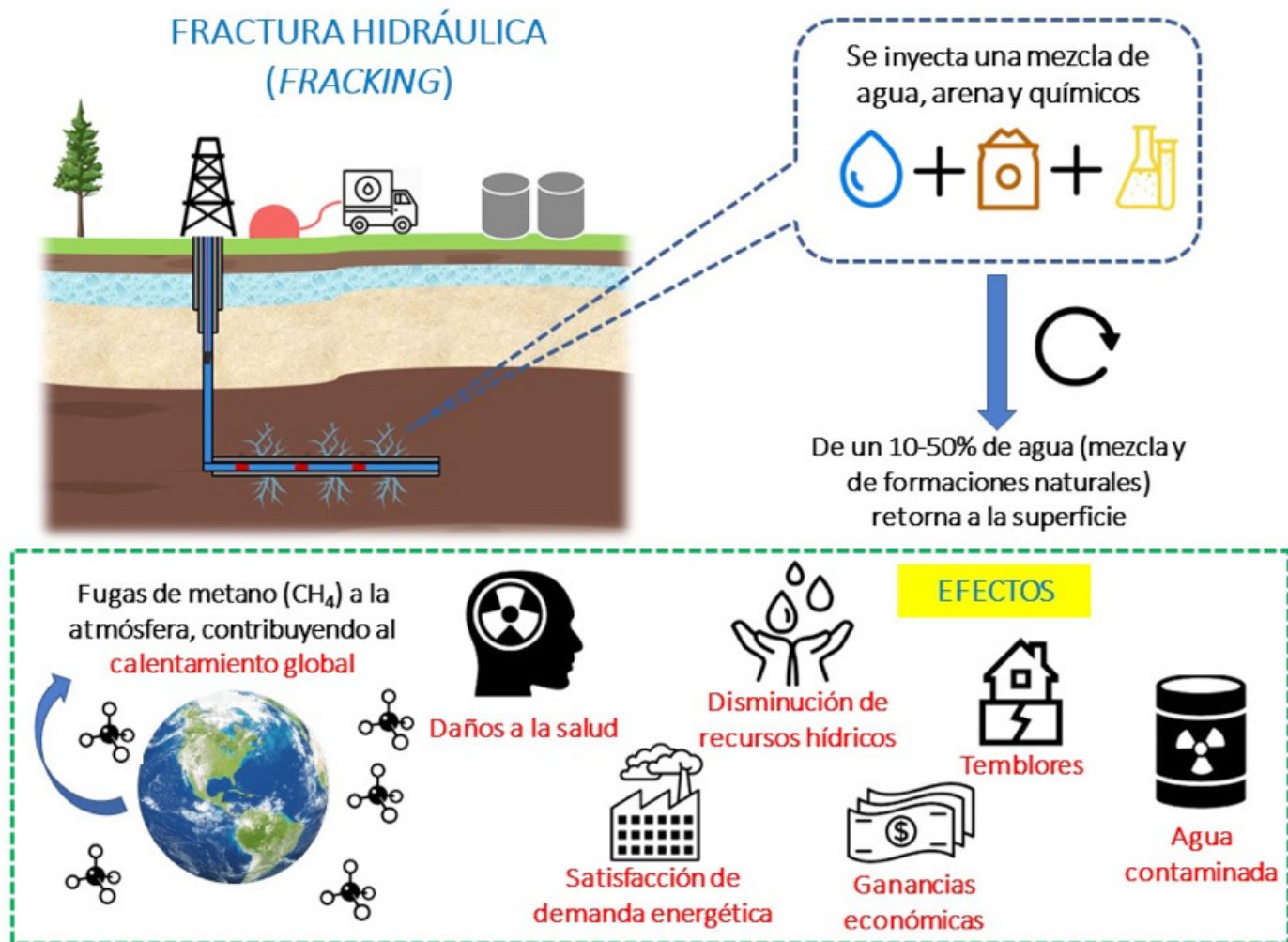
Importancia de la extracción de gas *shale* y ganancia económica

Los **nuevos avances tecnológicos** han facilitado la obtención de gas *shale*, los precios de infraestructura para su proceso incrementan a corto plazo, pero en un futuro las ventajas se podrían reflejar en ganancias. Entonces, ¿en qué beneficiaría la obtención de gas natural a un país? La explotación de reservas daría la seguridad de abastecer la demanda de hidrocarburos en el futuro, además, se lograría la independencia energética de un país, lo que se traduce a ganancias económicas a largo pla-

COMPOSICIÓN DE MEZCLA INYECTADA DURANTE EL FRACKING



Modificado de Serrano-Arévalo y Ponce-Ortega, 2022.



Modificado de Serrano-Arévalo y Ponce-Ortega, 2022.

zo. Y, ¿por qué gas shale y no otro tipo de recurso no convencional? Porque la naturaleza de la lutita tiene una alta capacidad de producción, la recuperación final como lo es en EU, ha sido alta y los pozos presentan una vida útil bastante aceptable. No todos los países cuentan con la infraestructura necesaria para la extracción de gas *shale*, este punto se puede solucionar con inversiones económicas que van de moderadas a altas y que pueden recuperarse una vez que se obtenga el hidrocarburo.

Y entonces...

El descubrimiento de yacimientos de gas *shale* representa un **potencial económico en términos**

energéticos y un reto ambiental. Lo anterior, ha generado las reacciones públicas en contra de la explotación de este gas, ya que, a pesar de que existen regulaciones ambientales, estas no cumplen con las características necesarias para preservar los recursos naturales, por ello, algunos países han prohibido el *fracking*. No obstante, se ha apoyado la obtención de gas *shale* por el impacto económico favorable que se podría llegar a tener. Como sociedad existe una notoria división, pues están quienes apoyan y quienes están en contra del *fracking* por sus ventajas y desventajas, pero, finalmente, la decisión de medios y compañías es muy dispareja comparado con la sociedad, **¿tú qué piensas, estás a favor o en contra del *fracking*?**



De la Vega-Navarro A. y Ramírez-Villegas J. (2015). El gas de lutitas (shale gas) en México: Recursos, explotación, usos, impactos. *Economía UNAM*, 12(34), 79-105. [https://doi.org/10.1016/S1665-952X\(15\)30006-2](https://doi.org/10.1016/S1665-952X(15)30006-2)

Manzanas-Rivera J. L. (2014). Uso de agua en la extracción de gas de lutitas en el noreste de México: Retos de regulación ambiental. *Estudios Sociales*, 22(44),

172-197. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572014000200007

Lira-Barragán L. F., Ponce-Ortega J. M., Serna-González M. y El-Halwagi M. M. (2016). Optimal reuse of flowback wastewater in hydraulic fracturing including seasonal and environmental constraints. *AIChE Journal*, 62(5), 1634-1645. <https://doi.org/10.1002/aic.15167>

ARTÍCULO

Transición energética sostenible: Un reto en la actualidad

Tania Itzel Serrano-Arévalo y José María Ponce-Ortega



<https://pixabay.com/es/photos/search/energ%C3%8da%2overde/>

Tania Itzel Serrano-Arévalo. Estudiante de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

1129300h@umich.mx

José María Ponce-Ortega. Profesor e Investigador, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

jose.ponce@umich.mx

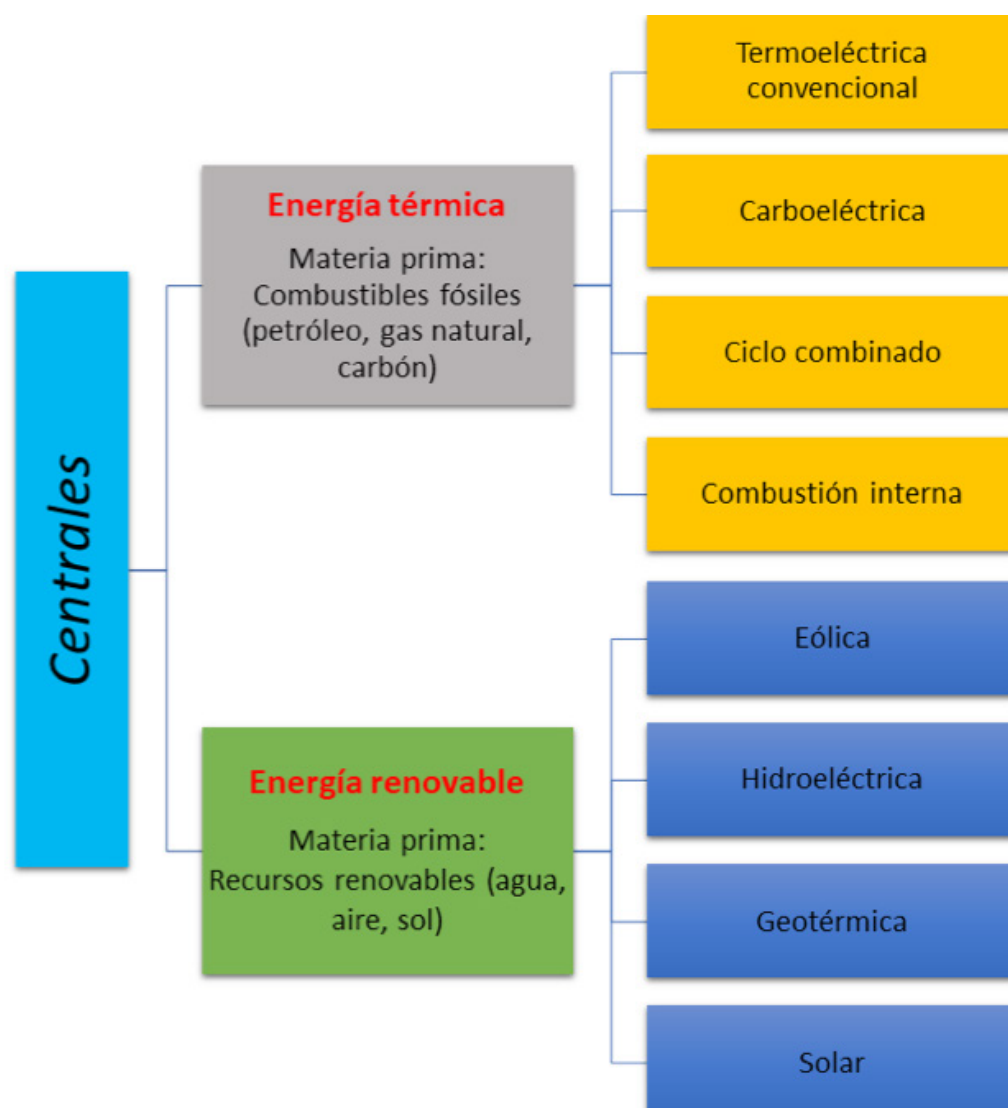
Actualmente, existe preocupación por hacer un cambio dentro del modelo energético actual debido a que este se encuentra regido, principalmente, por centrales térmicas que generan gran cantidad de emisiones que provocan el efecto invernadero. La producción de energía es necesaria para satisfacer la demanda energética que va en aumento día con día; garantizar **el abasto de electricidad permite el acceso a bienes y servicios**, teniendo un impacto directo en el bienestar de la sociedad y en el crecimiento económico de un país.

A medida que los países se industrializan, se consumen cantidades de energía cada vez más grandes. La forma de **obtención de energía eléctrica** se encuentra mayormente relacionada con **centrales térmicas**, algunas de las cuales **utilizan combustibles fósiles** (gas natural, petróleo, carbón, combustóleo), considerados recursos naturales no renovables y cuyas reservas **se están agotando debido a la explotación incontrolada** de dichas fuentes y a la falta de infraestructura para obtener recursos fósiles difíciles de extraer, además de que producen emisiones contaminantes para el medio ambiente. Sin embargo, no se ha otorgado la suficiente importancia a lo antes mencionado y se siguen utilizando las energías no renovables, por esta razón, una oportunidad para hacer un cambio es considerar **mayor participación en la producción energética con fuentes renovables** y suplir gradualmente el uso de combustibles fósiles por recursos renovables.

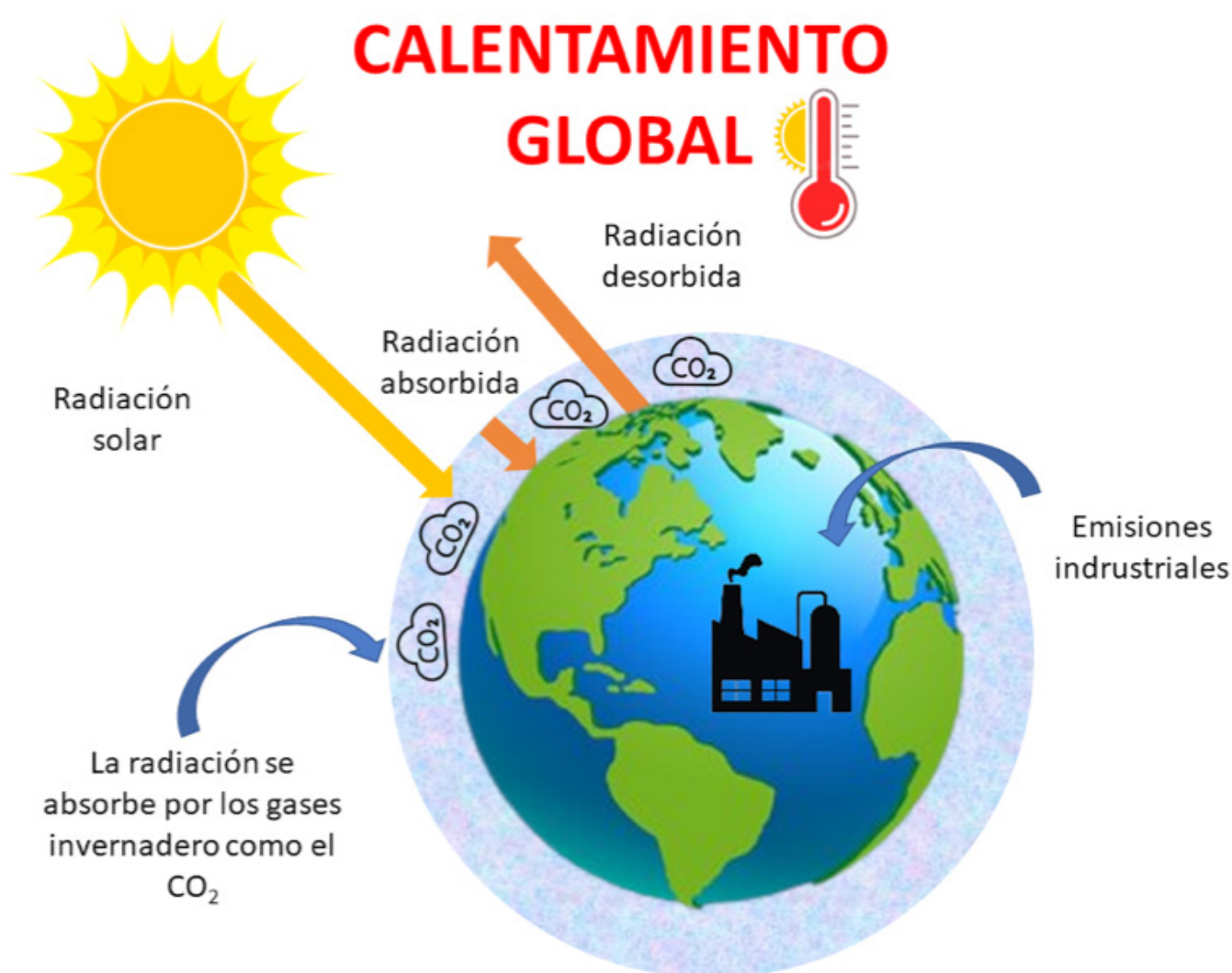
Por lo anterior, algunos países se han unido al denominado **Protocolo de Kioto** con la finalidad de reducir los gases de efecto invernadero (GEI), adoptando políticas y medidas de mitigación, así como al **Acuerdo de París** con el objetivo de reducir la temperatura global, por ello, la transición energética podría ser una opción viable para participar en los tratados y frenar el cambio climático, aprovechando de manera sustentable los recursos naturales.

¿Qué son las centrales de energía térmica y renovable?

La obtención de **energía eléctrica se encuentra clasificada**, principalmente, en dos grupos que dependen del tipo de infraestructura en la que se produce la energía: **centrales térmicas y centrales de energía renovable**; la principal diferencia entre ellas, es el impacto ambiental que producen y la materia prima que utilizan para su funcionamiento.



Modificado de Serrano-Arévalo y Ponce-Ortega, 2022.



Modificado de Serrano-Arévalo y Ponce-Ortega, 2022.

Los **recursos naturales no renovables** son aquellos que **se agotan debido a que la velocidad de su consumo** es mucho mayor que la velocidad con que se regeneran, caso contrario de los **recursos renovables** que se pueden **restaurar por procesos naturales** a una velocidad superior a la de su consumo.

Las **centrales térmicas generan energía eléctrica a partir de combustibles fósiles** (gas natural, petróleo, carbón, combustóleo, etc.) que generalmente son quemados, generando la combustión y dando lugar a la expansión de un flujo de gases a elevada presión y temperatura que transmiten su energía, impulsando el movimiento de distintos tipos de turbinas o artefactos de los que se componen este tipo de centrales, transformando la energía en electricidad. Este grupo incluye las tecnologías: carboeléctrica, ciclo combinado, combustión interna, termoeléctrica convencional, por mencionar algunas. Estos combustibles que son

quemados, **producen grandes cantidades de emisiones** las cuales se encuentran dentro de los GEI.

Por otro lado, las **centrales de energía renovable rigen su funcionamiento con materia proveniente de fuentes renovables**, aprovechando condiciones geográficas y climáticas de la naturaleza, disponiendo del viento, mares, ríos, océanos, radiación solar, yacimientos geotérmicos, biomasa, entre otros. Algunas centrales de este tipo incluyen: hidroeléctrica, eólica, geotérmica, solar fotovoltaica y termosolar. Y, ¿cómo saber si un proceso de producción energética es limpio? Esto se encuentra establecido por la cantidad de emisiones y/o residuos que emiten a la atmósfera, los cuales deben ser cantidades menores que los umbrales establecidos en las diversas disposiciones aplicables, como lo es el caso específico de México en el que sus emisiones de CO₂ deberán ser menores a los 100 kilogramos por cada MWh de energía generado.

Calentamiento global

Recientemente se han obtenido datos sobre el cambio que experimenta la tierra; en este sentido, **en los últimos años la tierra ha sufrido un gran cambio en aumentos de temperatura.** Naturalmente, existen «gases invernadero» que retienen parte del calor en la superficie terrestre para mantener una temperatura adecuada y permitir la vida en el planeta; sin embargo, **debido a la gran cantidad de actividades humanas** que se tienen y que además desprenden emisiones, el calentamiento global viene dado en su gran mayoría por la acumulación y concentración de GEI, sobre todo de dióxido de carbono (CO₂), modificando la regulación de la temperatura en la tierra. Por lo que la quema de combustibles en centrales térmicas es una de las **grandes responsables del calentamiento global.**

Debido a los cambios ambientales ocurridos, se han realizado reuniones internacionales, elaborando planes para tomar medidas y reducir la concentración de estos gases en la atmósfera. Uno de los tratados más importantes es el denominado tratado o **Protocolo de Kioto** que busca **reducir las emisiones de GEI**, promoviendo el crecimiento sustentable de los países en desarrollo. Este tratado fue adoptado el 11 de diciembre de 1997, en Kioto,

Japón, pero entró en vigor hasta el 16 de febrero de 2005. En este protocolo se sumaron más de un centenar de países, incluyendo a México, y en el que se acordó una reducción de sus emisiones de GEI en un 5 % por debajo de los niveles de 1990 durante el período de compromiso 2008-2012. Sin embargo, este periodo se amplió hasta el 2020.

Por otro lado, el **Acuerdo de París** es otro tratado internacional muy importante que entró en vigor en 2016, y cuyo objetivo es **mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de los 2 °C**, a la vez de realizar esfuerzos para limitarlo a 1.5 °C por encima de los niveles preindustriales.

Transición energética

Para lograr frenar el calentamiento global y contribuir con el cumplimiento de convenios internacionales sobre el cambio climatológico como el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París, una medida principal y de las más importantes es la llamada **transición energética** que, principalmente, **establece un cambio en el sistema energético**, sobresaliendo la producción de energía eléctrica, además, este cambio propone disminuir la quema de combustibles fósiles en centrales térmicas y pro-



Modificado de Serrano-Arévalo y Ponce-Ortega, 2022.

mover el uso de combustibles sostenibles como los biocombustibles o el uso de fuentes renovables. De esta manera se impulsa la generación eléctrica de bajo carbono, haciendo más limpio el funcionamiento de otros sectores y mejorando la eficiencia energética.

Retos de la transición energética

El cambio en el sistema energético convencional a uno limpio, podría reducir el impacto ambiental, disminuir los GEI, frenar el cambio climático y reducir los riesgos respiratorios a la salud. Sin embargo, **desde el punto de vista económico**, la inversión respecto a la infraestructura necesaria para realizar este cambio podría ser una **cifra considerablemente alta** y llevaría consigo un plan estratégico que dependerá de la región geográfica en la que se instalen centrales renovables, además, se debe considerar la adaptación de centrales térmicas para que funcionen con combustibles renovables. **La transición debe ser de forma gradual** y sustituir poco a poco el uso de fuentes fósiles para con ello lograr una seguridad energética.

Una decisión y una inversión en el presente, podría traer consigo beneficios ambientales notorios en el futuro, contribuyendo a una transición energética verde, pero ¿Los tomadores de decisiones están dispuestos a invertir para cambiar la producción energética a un modelo sostenible?, ¿los recursos renovables variables (como sol y aire) serán suficientes?, ¿todos los países están dispuestos a reducir sus emisiones para cumplir con los acuerdos internacionales? Son respuestas que dependerán de cada uno de los tomadores de decisiones internacionalmente, así como de las ventajas y desventajas, tanto ambientales como económicas que estén dispuestos a asumir.



Protocolo de Kioto. (1998). *Convención Marco de Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático (CMNUCC)*. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpsan.pdf>

Rátiva-Gaona S. (2021). De la transición energética a la transición socio-ecológica. *Revista Semillas*, 3-6. <https://www.semillas.org.co/apc-aa-files/353467686e6667686b6c->

676668f16c6c/revista-semillas-79_p-03-06.pdf

Schleussner C. F., Rogelj J., Schaeffer M., Lissner T., Licker R., Fischer E. M., Hare W., et. al. (2016). Science and policy characteristics of the Paris Agreement temperature goal. *Nature Climate Change*, 6(9), 827-835. <https://doi.org/10.1038/nclimate3096>

ARTÍCULO

Las alergias ocasionadas por alimentos, ¿pueden prevenirse?

Eduardo Padilla-Camberos e Iván Moisés Sánchez-Hernández



Eduardo Padilla-Camberos. Investigador, Unidad de Biotecnología Médica y Farmacéutica, CIATEJ, A. C. Guadalajara, Jalisco, México.
epadilla@ciatej.mx

Iván Moisés Sánchez-Hernández. Estudiante de la Licenciatura en Nutrición, IVEDEL. Guadalajara, Jalisco, México.
iv_23_36@hotmail.com

¿Las alergias a los alimentos son comunes?

Seguramente conoces a alguna persona que es alérgica a algo que normalmente se encuentra en la naturaleza como el polen, el pelo de las mascotas o el polvo de las alfombras, pero también hay quienes presentan alergias a algunos alimentos que pueden contener compuestos que son los responsables de este efecto: se llaman **alérgenos**.

No todos los alimentos que contienen alérgenos afectan a las personas que los consumen, únicamente a aquellas que, por cuestiones de su **sistema inmune**, detecta a estas sustancias como **agentes extraños**, por lo que su **organismo reacciona** generalmente con ronchas, enrojecimiento y comezón en la piel; no obstante, en algunas personas puede provocar reacciones más graves como problemas para respirar, lo cual **puede poner en riesgo su vida**, por lo que es importante su prevención.

Aunque hay muchos alimentos que pueden provocar alergias, solo el 90 % de estas son ocasionadas por pocos alimentos, como el huevo, la leche, el cacahuete, la soya, el trigo, las nueces de árbol, el pescado y los mariscos.

¿Cuántas personas son alérgicas a los alimentos?

En México, las alergias a los alimentos se presentan en adultos, aunque también en cerca de 2.5 millones de niños (aproximadamente el 7 %), por lo que se recomienda que a los recién nacidos se les alimente con leche materna para prevenir el

desarrollo de alergias. Una vez siendo mayores, estos niños pueden llevar un control de su alergia de forma satisfactoria, ya que, si bien no hay una cura, **existen medicamentos para controlar los síntomas**, así como medidas para identificar la presencia del ingrediente alérgico por parte del afectado. Los principales síntomas de las alergias a los alimentos son:

- **Piel:** Sarpullido o ronchas, hinchazón y enrojecimiento.
- **Boca:** Sensación de hormigueo o picor.
- **Garganta:** Hinchazón y tos.
- **Cara:** Hinchazón de cara, lengua o labios.
- **General:** Mareos y dificultad para respirar.

¿Cómo cuidarnos de las alergias a los alimentos?

La mejor manera de prevenir las alergias ocasionadas por alimentos es **evitar su consumo**; esto se dice fácil, pero ¿Cómo podemos hacer para evitar consumir este tipo de alimentos que son comunes y que los podemos encontrar en cualquier lugar? La respuesta es **conocer la información**



Alérgeno	Alimento preparado
Leche	Dulces, galletas, postres, helados, margarina, queso, yogurt
Huevo	Pasteles, galletas, pan, hamburguesa, mayonesa, empanizados o capeados
Nueces	Chocolates, postres, helados
Cacahuate	Yogurt, chocolate, galletas, botanas
Soya	Postres, saborizantes, ensaladas, sushi
Trigo	Pastas, pizza, cereales, harinas
Pescado	Gelatina, sushi
Mariscos	Surimi, paella, sushi
Moluscos	Paella, jugo de tomate con almeja

que se encuentra en la etiqueta de los alimentos. En México, los encargados de la salud elaboraron una norma oficial que tiene el número 051, donde se menciona que es obligatorio declarar todos aquellos ingredientes o aditivos que pueden causar hipersensibilidad, intolerancia o alergia. A continuación, te describimos algunos y sus ejemplos más conocidos:

- **Cereales que contienen gluten.** Trigo, centeno, avena y cebada.
- **Huevos, sus productos y sus derivados.** Claras o yemas líquidas o en polvo.
- **Crustáceos y sus productos.** Camarón, cangrejo y langosta.
- **Pescado y sus productos.** Sardinas y atún.
- **Moluscos y sus productos.** Pulpo, calamar, almejas y ostiones.
- **Cacahuate y sus productos.** Crema o pasta de cacahuate y mazapán.
- **Soya y sus productos.** Aceite de soya.
- **Leche, productos de la leche y derivados lácteos.** Queso, mantequilla y yogurt.
- **Nueces de árboles y sus productos deriva-**

dos. Almendras y nueces incluidas las avellanas, pecanas, nuez del Brasil, nuez de la india, castañas y nuez de macadamia.

En la información de la etiqueta debe colocarse, al final de la lista de ingredientes y en negritas, la palabra «Contiene». Además, debe mencionarse si existe la posibilidad de contaminación durante el proceso de elaboración con la frase «Puede contener», tal como se muestra en el siguiente ejemplo.

Alérgenos en alimentos no empacados

¿Y qué pasa con los alimentos que se preparan en casa o en restaurantes que no tienen una etiqueta? En este caso, **es importante poner atención en los ingredientes que se utilizan**, ya que en ocasiones estos pueden contener alérgenos y no nos damos cuenta. En el siguiente cuadro hay algunos ejemplos de alérgenos que pudieran encontrarse en alimentos preparados.

En la preparación de alimentos en casa de personas alérgicas, es importante tener cuidado de una posible contaminación con alérgenos, por

lo que será necesario **tomar en consideración las siguientes recomendaciones:**

- Evitar usar utensilios de cocina que han estado en contacto con alérgenos.
- Separar muy bien los ingredientes al almacenarlos e identificar rápidamente los que pudieran contener alérgenos.
- La persona que prepare los alimentos deberá lavarse las manos después de utilizar algún ingrediente con alérgenos.
- Lavar los platos y recipientes utilizados para cocinar y evitar guardar alimentos en recipientes que tuvieron contacto con alérgenos.
- De ser posible, evitar que la persona alérgica esté presente en la cocina durante la preparación de los alimentos.
- Ahora ya sabes lo importante que es estar al tanto de si algún amigo, familiar o tú mismo, tienen alergia a algún ali-

mento, y fijarte muy bien en los ingredientes que se usan para preparar los alimentos que consumes, ya sea en casa o los que tienen empaque.



Medina-Hernández A., Huerta-Hernández R. E., Gónzaga-Meléndez M. A., Domínguez-Silva M. G., Mendoza-Hernández D. A., Romero-Tapia S. J., Iduñate-Palacios F., Cisneros-Rivero M. G., Covarrubias-Carrillo R. M., Juan-Pineda M. A. y Zárate-Hernández M. C. (2015). Perfil clínico-epidemiológico de pacientes con sospecha de alergia alimentaria en México. Estudio Mexipreval. *Revista Alergia México*, 62(1), 28-40. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755049005>

Reyes-Pavón D., Jiménez M. y Salinas E. (2020). Fisiopatología de la alergia alimentaria. *Revista Alergia México*, 67(1), 34-53. <https://revistaalergia.mx/ojs/index.php/ram/article/view/731/1247>

Seth D., Poowutikul P., Pansare M. y Kamat D. (2020). Food allergy: A review. *Pediatric Annals*, 49(1), e50-e58. <https://journals.healio.com/doi/abs/10.3928/19382359-20191206-01>

ARTÍCULO

¿Qué es el control biológico en la agricultura?

Karla Ivonne González-Martínez y Gerardo Vázquez-Marrufo



https://www.freepik.com/free-photo/researcher-takes-probe-green-plant-puts-it-petri-dish_2612682.htm#query=CONTROL%20BIOL%C3%93GICO&position=25&from_view=search&track=ais

Karla Ivonne González-Martínez. Estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, Opción en Biotecnología Molecular, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

1106943g@umich.mx

Gerardo Vázquez-Marrufo. Profesor e Investigador del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

gvazquez@umich.mx

A otras especies les gusta lo que cultivamos

La humanidad depende de la producción agrícola para su subsistencia, ya que proporciona alimentos básicos para el consumo diario. A su vez, **la producción agrícola tiene que protegerse de diferentes amenazas biológicas** que pueden impedir obtener la cosecha, o dañarla cuando ya está almacenada. Pensemos en insectos, roedores, aves y otros **animales** cuyo alimento favorito son los frutos, los tallos, las hojas o las raíces de las plantas cultivadas. Otras especies de **plantas no deseadas** que pueden crecer en el área de cultivo, también constituyen un problema para el agricultor. Por último, tenemos a los **microorganismos**

que causan enfermedades a los cultivos, entre los que se encuentran los hongos, los oomicetos y las bacterias. A estos microorganismos que ocasionan enfermedades en las plantas se les denomina **fitopatógenos**, y son el principal interés de este artículo. Aunque los virus también son agentes patógenos que enferman a las plantas provocando grandes pérdidas en los cultivos, no los comentaremos aquí.

La agricultura debe ser amiga de los bosques y sus habitantes

Decíamos que la producción agrícola es una actividad económica primaria de la que depende la humanidad; sin embargo, **algunas prácticas agrícolas** también pueden ocasionar **efectos no deseados en las especies silvestres y en los ecosistemas naturales**. En la actualidad, existe un debate sobre cómo mantener la producción agrícola para asegurar la alimentación sin ocasionar daños a la salud de los ecosistemas, la salud animal y la salud humana. Uno de los factores relevantes para el incremento en los rendimientos de las cosechas desde mediados del siglo pasado, fue el uso de sustancias químicas para combatir a las plagas y a los microorganismos fitopatógenos, o bien para promover el crecimiento vegetal. Estas sustancias son denominadas **agroquímicos**; los que se utilizan para com-

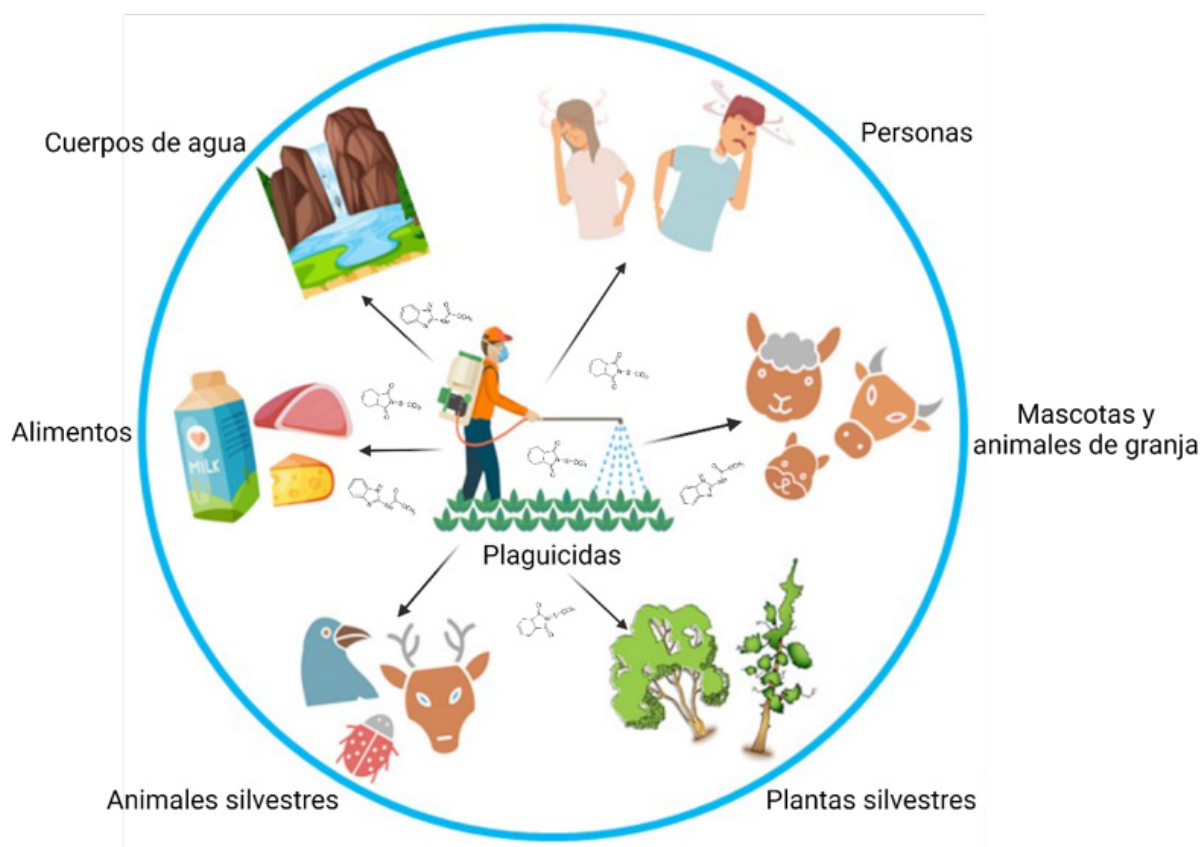
batir a los microorganismos fitopatógenos **reciben nombres específicos de acuerdo con el tipo de microorganismo que atacan**. Por ejemplo, a los agroquímicos que se emplean para atacar a los hongos fitopatógenos se les denomina fungicidas.

Con el paso del tiempo se descubrió que **varios agroquímicos se dispersan a los ecosistemas circundantes al cultivo**, acumulándose en las plantas silvestres y pasando de ahí a los animales que las consumen, causándoles enfermedades y, eventualmente, la muerte. Los animales de granja que consumen plantas tratadas con algunos agroquímicos también acumulan estas sustancias en sus tejidos, y pasan a nosotros cuando consumimos su carne o su leche. Una vez **en nuestro cuerpo**, los agroquímicos **pueden provocar diversas enfermedades**. Aunque distintos especialistas difieren sobre la relevancia o no de continuar empleando agroquímicos para el sostenimiento o para el incremento de la producción agrícola, se han desarrollado **alternativas al uso de estos compuestos químicos**. Aquí es donde entra el **control biológico**.

Entonces, ¿qué es el control biológico?

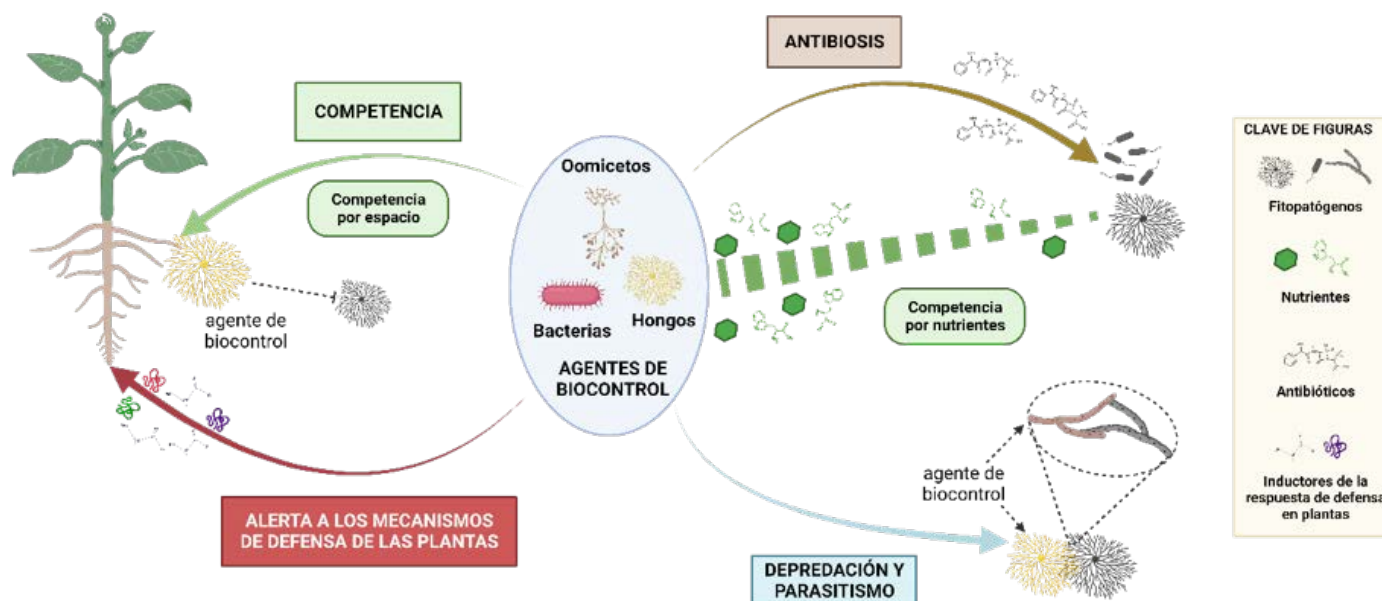
El concepto de control biológico, **también referido de manera abreviada como biocontrol**, tiene diferentes acepciones, de acuerdo con el

LOS PLAGUICIDAS Y PESTICIDAS QUÍMICOS USADOS EN LA AGRICULTURA SE DISPERSAN Y PUEDEN OCASIONAR PROBLEMAS AMBIENTALES Y DE SALUD



Creado con Depositphotos.com y Biorender.com

AGENTES DE BIOCONTROL Y SUS MECANISMOS DE ACCIÓN



Creado con Biorender.com

área de investigación. Hemos mencionado que en la agricultura es importante controlar roedores, plantas e insectos, así como microorganismos fitopatógenos, todos los cuales pueden afectar el rendimiento de las cosechas. Los investigadores que se encargan de abordar cada uno de los grupos de organismos que es necesario controlar, suelen emplear diferentes definiciones de control biológico o biocontrol. Así que, siempre habrá alguien que no esté de acuerdo con la definición empleada.

El control biológico o biocontrol puede considerarse como el **uso de un agente vivo para el combate directo o indirecto de organismos considerados plagas o patógenos**, con un beneficio humano. El control biológico siempre **debe involucrar tres componentes: el agente de biocontrol** (un organismo vivo), un **organismo patógeno** y un **componente humano** que se beneficia del servicio proporcionado por el agente de biocontrol. El agente de control biológico puede ser otro microorganismo del mismo grupo del patógeno que se desea combatir, particularmente un hongo, un oomicete o una bacteria. Cada uno de estos agentes de biocontrol utilizan mecanismos que no son excluyentes, un agente de control biológico puede utilizar más de un mecanismo, o inclusive todos de manera simultánea.

Los mecanismos de control biológico

La competencia

El agente de control biológico compite eficientemente **por los recursos disponibles en el área del cultivo**, ya que posee una mayor capaci-

dad que el fitopatógeno para adquirir nutrientes orgánicos o inorgánicos del entorno. El fitopatógeno y el agente de biocontrol presentan necesidades nutrimentales similares, requiriendo ambos carbohidratos y otras sustancias orgánicas, al igual que iones complejos como el fosfato o simples como el hierro. Algunos de estos nutrientes son escasos en el suelo del cultivo, o en las superficies de los tejidos vegetales, por lo que cuando el agente de biocontrol puede acceder a ellos antes que el fitopatógeno y los agota, reduce sus posibilidades de crecimiento y colonización. La competencia puede darse también **por el espacio para crecer o el agua disponible**. Agentes de biocontrol como los hongos crecen formando células tubulares alargadas denominadas hifas, que ramifican continuamente mientras se expanden formando colonias de micelio. Al desarrollarse la colonia del biocontrolador, no permite que los microorganismos fitopatógenos se establezcan en ese espacio.

La antibiosis

Los microorganismos producen una gran variedad de moléculas orgánicas de tamaño pequeño que expulsan al entorno, denominadas **metabolitos secundarios**. Muchas de estas moléculas **son tóxicas para otros microorganismos**, inhibiendo su crecimiento o definitivamente **eliminándolos**. A esta acción se le denomina antibiosis. La palabra seguramente suena familiar, ya que está relacionada con el término antibióticos, medicamentos que nos receta el médico para combatir enfermedades causadas por bacterias.

La depredación y el parasitismo

Mediante estos mecanismos el agente de biocontrol literalmente caza y mata al fitopatógeno para aprovecharlo como alimento. A los hongos usados en biocontrol que emplean este mecanismo se les denomina **micoparásitos**, y eliminan al fitopatógeno mediante el proceso de micoparasitismo. Es decir, hongos que atacan a otros hongos para su alimentación. Un ejemplo que a nosotros nos gusta mucho porque es el que estudiamos, es el del hongo *Trichoderma atroviride*, un agente de biocontrol empleado desde hace muchos años y que **tiene la capacidad de localizar a su presa a la distancia**, detectando moléculas que el fitopatógeno emite y orientando el crecimiento en su dirección. Hace contacto con las hifas del fitopatógeno y se enreda en ellas, **expulsando enzimas que van degradando las células del fitopatógeno** para emplear como alimento los productos de esta degradación. **Alerta a los mecanismos de defensa de las plantas**

En este caso los microorganismos de biocontrol emiten **señales químicas o de daño al tejido vegetal**, que son un **aviso temprano al que la planta reacciona** generando una respuesta inmune o de defensa particular. A estos mecanismos de «diálogo químico» entre el microorganismo de biocontrol

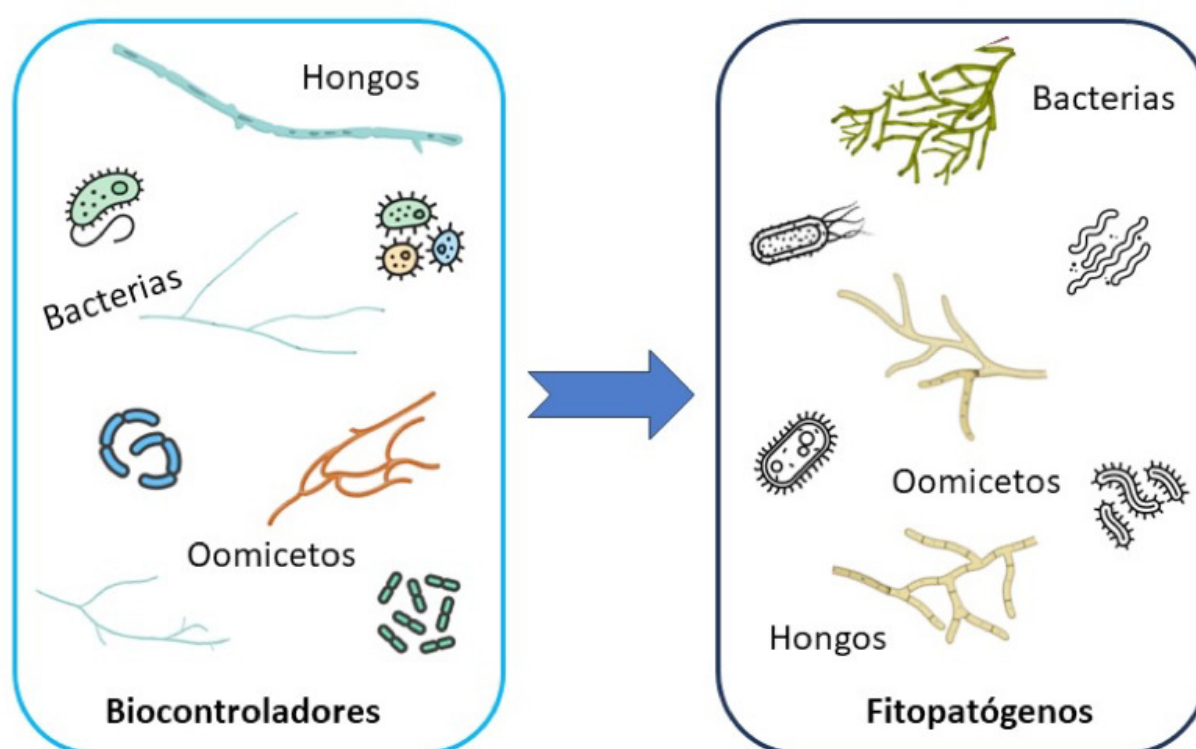
y la planta que «despiertan» un sistema de defensa específico en esta, se la ha identificado con distintos términos como cebado, inducción, inmunización o «vacunación». Una vez que la planta genera la respuesta de defensa, es más difícil que el fitopatógeno pueda infectarla y causarle una enfermedad.

¿Qué microorganismos se utilizan como agentes de control biológico en la agricultura?

Como lo comentamos anteriormente, nuestro interés es el biocontrol de microorganismos fitopatógenos por otros microorganismos. Dentro de este grupo, las bacterias, los oomicetos y los hongos destacan por las investigaciones para encontrar y estudiar especies que puedan ser utilizadas como agentes de biocontrol, así como por los productos comerciales que ya se aplican en varios países.

Las especies bacterianas que más se estudian y se emplean en el biocontrol agrícola incluyen a los géneros *Bacillus*, *Pseudomonas* y *Azospirillum*. Entre los oomicetes destacan las especies del género *Pythium*. Con aproximadamente 300 especies biocontroladoras evaluadas, **los hongos son el grupo en el que mayor número de especies se han estudiado** e incluido en formulaciones comerciales para el biocontrol. Los géneros con especies que se han

LOS GRUPOS BIOLÓGICOS DE MICROORGANISMOS PARA EL BIOCONTROL SON LOS MISMOS QUE LOS DE LOS FITOPATÓGENOS QUE ATACAN



Creado con Depositphotos.com

estudiado al respecto incluyen a *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Talaromyces* y *Verticillium*, entre otros.

Reflexiones sobre el control biológico

El control biológico en agricultura **no es la única solución para la protección de los cultivos** de los que depende la alimentación humana. Un producto de biocontrol **no es un «producto milagro»** como los que se anuncian en medicina humana para remediar todo mal. Un microorganismo biocontrolador **no es igual de eficaz contra todas las especies de fitopatógenos**. O bien, un agente de biocontrol puede ser eficaz contra una especie de fitopatógeno en un cultivo, pero no contra el mismo fitopatógeno en otro cultivo. Esto se debe a la gran **diversidad de especies de fitopatóge-**

nos y a la variación entre individuos de una misma especie. También, la capacidad o no del agente de biocontrol para desarrollar los mecanismos antes mencionados, **varía en distintas condiciones ambientales** de temperatura, humedad, luz y otros factores.

El biocontrol debe ser parte de una estrategia más amplia del manejo de cultivos que debe incluir prácticas de conservación de suelo, procesos mecánicos de preparación del sitio de cultivo, así como la selección adecuada de variedad de granos y de semillas, entre otras. Es mediante esta **estrategia de combinación de prácticas de cultivo** que se puede **disminuir el riesgo de enfermedades**, asegurar la producción y disminuir los efectos no deseados hacia los ecosistemas y la salud tanto animal como humana.

GRUPOS DE ORGANISMOS UTILIZADOS EN BIOCONTROL AGRÍCOLA Y SUS MECANISMOS DE ACCIÓN

Grupo microbiano	Especies representativas	Mecanismos de biocontrol
Bacterias	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Competencia por nutrientes Antibiosis
	<i>Bacillus subtilis</i>	Antibiosis
Oomicetes	<i>Pythium oligandrum</i>	Parasitismo Antibiosis
	<i>Pythium radiosum</i>	Parasitismo
Hongos	<i>Fusarium spp</i>	Competencia por espacio y nutrientes Antibiosis
	<i>Trichoderma atroviride</i>	Parasitismo Antibiosis Competencia por nutrientes Alerta a los mecanismos de defensa de la planta



Carreón L. S. y Fentanes E. G. (2007). Control biológico de organismos fitopatógenos: Un reto multidisciplinario. *Revista de la Academia Mexicana de Ciencias*, 77-88. https://amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/58_1/PDF/controlBiologico.pdf

Infante D., Martínez B., González N. y Reyes Y. (2009). Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos

fitopatógenos. *Revista de Protección Vegetal*, 24(1), 14-21. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v24n1/rpv02109.pdf>

Guzmán-Guzmán P., Kumar A., De los Santos-Villalobos S., Parra-Cota F. I., Orozco-Mosqueda M. D. C., Fadji A. E., Hyder S., Babalola O. O. y Santoyo G. (2023). *Trichoderma* species: our best fungal allies in the biocontrol of plant diseases—a review. *Plants*, 12(432). <https://www.mdpi.com/2223-7747/12/3/432>

ARTÍCULO

Kombucha: Una bebida milenaria con un potencial sorprendente

Rafael Contreras-Chávez y Ma. Guadalupe Garnica-Romo



Rafael Contreras-Chávez. Estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, área de Biotecnología Alimentaria, Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
rafael.contreras@umich.mx

Ma. Guadalupe Garnica-Romo. Profesor e Investigador de la Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
ggarnica@umich.mx

¿Sabes qué es la kombucha?

La kombucha —amada por muchos y desconocida para otros, con miles de años de antigüedad— es un **té fermentado con sabor a vinagre dulce y afrutado** que se consume actualmente en todo el mundo. Generalmente **se obtiene de las hojas del té negro o verde (*Camellia sinensis*)** y puede combinarse con otros sabores de frutas. Ha recibido nombres como té kvas, hongo del té y Manchuria. **Sus orígenes datan del año 220 antes de nuestra era**, en la región de Man-

churia durante la dinastía Qing, en China. A partir de entonces, se ha difundido por todo el mundo, principalmente debido a los efectos que se le atribuyen a la salud, ya que se tiene la creencia de que sus beneficios van desde disminuir los signos del envejecimiento hasta prevenir el cáncer.

Al ser una bebida fermentada y generalmente producida de forma casera, se ha mantenido el temor de los riesgos y de los peligros que puede tener el consumirla; sin embargo, la **Administración de Alimentos y Medicamentos** de Estados Unidos de América (FDA, por sus sigla en inglés), **ha declarado que es un bebida segura** siempre y cuando sea elaborada correctamente y con todas las medidas de higiene, además de aconsejar que su consumo sea preferente de industrias que controlen su proceso de producción como **Pepsico®** o **Kirkand signature®**.

Uso terapéutico de la kombucha

La kombucha se ha utilizado como una **bebida medicinal**; su uso terapéutico se remonta a la antigüedad. La fama se debe a la gran lista de

supuestas propiedades que le otorga a la salud, tales como: detener los signos del envejecimiento, reducir la presión arterial, mejorar la digestión, curar el insomnio, prevenir la diabetes, controlar el colesterol, desintoxicar el cuerpo, entre otros. Parece ser que muchas de las declaraciones de sus efectos son increíbles o casi mágicas, y se han realizado **pocas investigaciones científicas para respaldarlas o contradecirlas**. Por lo que atribuirle un efecto en particular es muy atrevido, pues se necesita de mucha más investigación para determinar los verdaderos efectos en la salud de los consumidores de esta bebida.

Lo cierto es que, si se ingiere en el momento y de la forma adecuada, puede aportar **vitaminas, minerales, antioxidantes** y sobre todo **probióticos** (microorganismos que contribuyen a la salud estomacal), los cuales son indispensables para el funcionamiento de cada una de nuestras células, para el crecimiento y para el desarrollo del cuerpo. Por tanto, más que un elixir mágico que cura enfermedades, **es una bebida con fines preventivos**.





La fermentación es la clave

Uno de los procesos más antiguos e interesantes en la preparación de alimentos, es la fermentación. Fenómeno producido por los **microorganismos presentes en el té que se alimentan de los azúcares** para producir otros compuestos. Ejemplos muy conocidos de bebidas fermentadas son la cerveza, el vino y la sidra.

Sabemos que la kombucha es una bebida fermentada y los microorganismos que contiene se encargan de consumir los azúcares y de generar moléculas de importancia, como los ácidos acético, láctico, glucónico, glucurónico y carbónico. Asimismo, cuando brindamos el medio perfecto para que un microorganismo crezca, va a generar otros elementos como antioxidantes, vitaminas y minerales. La suma de todos los compuestos anteriores son los responsables de los sabores, olores y colores característicos de la kombucha. Resulta interesante pensar que muchos de los productos generados por estos microorganismos son los supuestos responsables de los efectos del té a la salud, además de que lo mismos ácidos orgánicos producidos, **controlan el crecimiento de otros microorganismos que pueden causar enfermedades**, pues al ser un compuesto ácido baja el pH del té.

Un secreto bien guardado

Una de las principales características que llaman la atención en la fabricación de la kombucha, es la generación de una **capa blanquecina en la superficie de la bebida**, al estilo de la nata de la leche; por años pasó desapercibida. Con el tiempo, las propiedades que presentaba llamaron la atención, pues se consideró un material interesante al que **se le denominó como *SCOBY*** por sus siglas en inglés y que, al traducirlas al español, la definimos como una **colonia simbiótica de levaduras y bacterias**, microorganismos que generan un material: la celulosa.

El descubrimiento de este compuesto en otras fuentes es algo trascendental, ya que la celulosa siempre había sido extraída de plantas y de árboles, puesto que es uno de los componentes estructurales más importantes en el reino vegetal. Sumado a lo anterior, la importancia de la celulosa radica en su consideración como el material más abundante de la naturaleza y como uno de los **principales materiales utilizados por el hombre** en la fabricación de **papel y cartones**, telas como el rayón, pinturas, películas fotográficas, pólvora, espesantes y estabilizadores de alimentos. El proceso de obtención de la celulosa **es muy contaminante y requiere la tala y poda de árboles y de**

plantas, por lo que nuevas fuentes para producir las supone un ahorro de energía y un método más ecológico para obtenerla, además de generar un producto con mejores características que la de celulosa de origen vegetal.

En el proceso de fermentación de la kombucha, los microorganismos consumen el azúcar que colocamos en el té y **produce la celulosa como una especie de red** para que puedan quedar suspendidos en la superficie formando capas, con el paso de los días, obtenemos un **gel transparente** rico en celulosa. La producción de estos compuestos en el proceso de fabricación de la kombucha, provocan que dicho té se convierta en una **fuentes de materiales para el uso humano** y no solo como una bebida de moda para consumo.

Es indiscutible la necesidad de realizar más investigaciones científicas con este producto, sobre todo en el ámbito de la salud, pero sin lugar a duda la brecha de

oportunidad que da para el aprovechamiento de sus componentes, es una de las más importantes para este tipo de bebidas, como la producción de celulosa.



McHugh T. y Sinrod A. (2019). Kombucha: How Is It Processed? *Food Technology*, 73(3), 67-69. <https://research.kombuchabrewers.org/wp-content/uploads/kk-research-files/kombucha-how-is-it-processed.pdf>

Vázquez K. (20 de febrero de 2021). El resurgir de la kombucha. *El País*. <https://elpais.com/eps/2021-02-21/el-resurgir-de-la-kombucha.html>

Stevens N. y Nieto C. (2019). *Kombucha: Los secretos de esta bebida fermentada probiótica*. Málaga, España, Editorial Sirio. https://books.google.es/books?id=sQaCDwAAQBAJ&dq=kombucha+español&lr=&hl=es&source=gbs_navlinks_s

ARTÍCULO

Hambre Cero ¿Agroecología como respuesta?

María Esperanza Jaramillo-Ayala y Enrique Armas-Arévalos



María Esperanza Jaramillo-Ayala. Estudiante de doctorado del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

maria.jaramillo@umich.mx

Enrique Armas-Arévalos. Profesor e investigador del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

enrique.armas@umich.mx

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 2030 plasmados en la agenda **Transformar Nuestro Mundo** de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), proponen respuestas a los problemas sistémicos de la humanidad con una visión global y vinculada en cuestiones impostergables. **Hambre Cero**, el segundo de los objetivos, incluye la **promoción de sistemas agrícolas sostenibles y la soberanía alimentaria de los países en desarrollo**, bajo una nueva concepción de la producción y el consumo.

Lograr el ambicioso segundo ODS, Hambre Cero, requiere la voluntad y el compromiso de las naciones para transformar los modelos agrícolas dominantes y asumir la perspectiva agroecológica en los sistemas productivos y en las relaciones sociales asociadas al territorio. Este artículo tiene como objetivo delinear los principios básicos de la agroecología como una disciplina científica e identificar los conceptos asociados a la soberanía alimentaria.

¿Cómo transitar a la producción agroecológica?

La complejidad del contexto productivo global, el reconocimiento a la participación de diversos sectores agrícolas y la coexistencia de diversos actores e intereses, son algunas de las cuestiones a resolver al apostar por la **construcción de sistemas agrícolas sostenibles**, por la **superación de la pobreza** y por el **logro de la soberanía alimentaria**. La sociedad civil, como productora y consumidora, las instituciones educativas, las organizaciones internacionales y los gobiernos nacionales, deben debatir y articular acciones destinadas a transitar a la **producción agroecológica**.

La conservación de la biodiversidad y de la salud ecosistémica, el uso racional del agua y del

suelo en ciclos productivos cerrados, locales y autosostenibles en el tiempo y espacio, adaptados a las condiciones climáticas y medioambientales, son los principios fundamentales de la agroecología como ciencia. La **producción agroecológica de alimentos** promueve la sinergia **entre los componentes y los actores**, genera valor agregado y se aprovechan los recursos locales, la tecnología apropiada y los saberes tradicionales.

Soberanía para la producción de alimentos

Se entiende como soberanía alimentaria el **derecho de cada país de desarrollar y sostener la capacidad para producir los alimentos básicos de la nación**, respetando y promoviendo la diversidad productiva y cultural. La autonomía territorial y las decisiones de los pueblos respecto de los sistemas de producción y alimentación adoptados, están implícitas en esta perspectiva de soberanía alimentaria y son precondiciones para la seguridad alimentaria genuina. El foco se encuentra en las **comunidades** y en los **pueblos que producen alimentos** y que garantizan, mediante la conservación de semillas y de las prácticas basadas en conocimientos ancestrales, la producción agrícola amplia, sostenible y amigable con el medio ambiente, más allá



https://pixabay.com/es/photos/search/alimentos%20frescos/?manual_search=1



de las demandas del mercado y de las empresas.

El autoabastecimiento de alimentos sanos, frescos, en cantidad y calidad, de manera oportuna y sin problemas para adquirirlos, debería ser la aspiración de todo Estado nacional. Esta perspectiva sustentada en los modelos agroecológicos de producción, es la soberanía alimentaria que **fomenta la diversidad de cultivos**, amplía la **variedad alimenticia familiar** y permite la producción agrícola **sin agroquímicos** y continua, acorde a cada **temporada climática**.

El valor agregado de los modelos de producción agroecológica reside en la generación de conocimiento aplicado de manera continua, a la sostenibilidad y a la suficiencia del sistema agroalimentario. Por esta razón, las **políticas públicas deben enfocarse en la valoración y en el reconocimiento de los saberes tradicionales**, producto de la experiencia acumulada por siglos de producción agrícola, pero también en la capacitación y en el fomento de los modelos agroecológicos de producción y consumo.

A pesar de la tecnología alimentaria moderna ¡Hay hambre!

El desarrollo tecnológico de la **Revolución verde** transformó los procesos de producción, de

distribución y de comercialización de alimentos, hacia la **expansión continua de las superficies cultivadas y de los volúmenes de producción** de una cantidad limitada de hortalizas, semillas, cereales y frutas. El acaparamiento de los suelos cultivables, la imposición de monocultivos, la extensión de las zonas urbanizadas, la pérdida de biodiversidad y de fertilidad, son algunas de las consecuencias ocasionadas por el modelo tecnológico de producción agrícola basado en **semillas modificadas genéticamente**, el uso de fertilizantes y de pesticidas sintéticos, y de maquinaria agrícola destinada a la producción intensiva. A nivel país, este modelo se expresa en la dependencia externa de alimentos y de endeudamiento público para garantizar el abastecimiento.

La Revolución verde y su implementación en los sistemas de producción agrícola global **no ha logrado extinguir el hambre en el mundo**. Aunque el sistema capitalista de producción, de distribución y de comercialización de alimentos se expandió de manera global, persiste la incapacidad de garantizar la seguridad alimentaria de las poblaciones en los países en desarrollo. Un estudio de 2016 de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), demostró que **una de cada nueve personas**

vive en situación de hambre y pobreza extrema.

De acuerdo al informe del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, por sus siglas en inglés), el «Panorama regional de seguridad alimentaria y nutricional 2021 en América Latina y el Caribe», enfrenta una situación crítica en términos de su seguridad alimentaria. **El hambre aumentó casi 70 % entre 2014 y 2020**, 267 millones de personas sufrieron insuficiencias alimentarias moderadas o graves durante el año 2020, 60 millones más que en 2019. El problema de la inseguridad alimentaria **afectó mayormente a las mujeres**, esta situación se agravó durante los últimos seis años y aumentó drásticamente de 6.4 % en 2019 a 9.6 % en 2020.

Lo que el modelo agro-tecnológico ha provocado

Sumado a esto, el **modelo agro-tecnológico surgido de la Revolución verde provoca** degradación de la tierra y del suelo, proceso de desertificación, contaminación del agua, pérdida de biodiversidad, cambio climático, riesgo para la integridad del ecosistema, mayor vulnerabilidad a riesgos y plagas, dependencia de fertilizantes y plaguicidas, estrés nutricional del suelo, impactos negativos en la salud pública y en la calidad de los alimentos, concentración de la tierra, endeudamiento de los agricultores, y varios otros **problemas económicos, ambientales y sociales.**

El modelo de producción de alimentos está subordinado a las directrices científicas y tecnológicas de las **empresas transnacionales** que se traduce en cultivos comerciales sostenidos en cócteles de agroquímicos, semillas transgénicas, acaparamiento de los suelos más fértiles y las fuentes de agua limpia, impactos negativos a los polinizadores, a la biodiversidad y a la salud humana, deterioro ambiental por la contaminación y desplazamiento de comunidades campesinas hacia tierras marginales o zonas urbanas. Estas son algunas consecuencias provocadas por el actual modelo agro-tecnológico para la producción de alimentos a escala global. Además, **vulnera la economía y el trabajo local**, cimbra las dinámicas sociales y dispone todo el sistema alimentario a los vaivenes del mercado regido por el lucro.

El sistema de Estados nacionales depende de la disponibilidad de alimentos e insumos básicos en el mercado internacional, por ejemplo, Ucrania es un importante exportador de cereales; sin embargo, debido a la actual guerra contra Rusia, se paralizó la comercialización de más de 20 millones de toneladas de trigo que quedaron bloqueadas en los puertos de exportación. Esta situación provocó la escasez mundial de cereales y el aumento de los precios de los alimentos en África y en otros lugares del mundo.



Agroecología, una opción para el sistema agroalimentario

En este contexto, se manifiesta que el sistema agroalimentario imperante es dominado por grandes empresas transnacionales que responden a las demandas del comercio internacional de bienes y servicios, mientras que **las propuestas de la soberanía alimentaria** y de las prácticas de producción agroecológica, **se centran en la rotación de policultivos por temporadas, en el respeto por los recursos medioambientales y en la implementación de ciclos económicos circulares**. Además, están representadas por organizaciones sociales, pueblos indígenas y comunidades rurales.

En 2019, en Brasil, se superaron todos los registros de producción de maíz debido a la expansión territorial de la franja agrícola y la optimización de rendimientos de los cultivos, mientras que aumentaron también los índices de pobreza, hambre y asistencialismo. Surgen las preguntas, **¿A quién sirve la agricultura actual? ¿Quiénes son los destinatarios de la producción de alimentos?**

La soberanía alimentaria se **asocia al derecho a los bienes comunes** y a las formas de la soberanía ejercida por los pueblos que habitan el territorio. Las prácticas culturales y los valores simbólicos son una parte fundamental de esta perspectiva, con objetivos ontológicos, epistemológicos y políticos relacionados a los alimentos, la cultura alimentaria y la producción de alimentos, principios que contribuyen a la **construcción de aprendizajes** y tejidos socio-naturales de relevancia global.

Asimismo, la seguridad alimentaria se relaciona al concepto de **governabilidad** y la **extensión de la soberanía nacional**, ya que ofrece **inclusión de las diferentes cosmovisiones** y resalta la importancia de la relación entre los bienes comu-

nes y la realización de los derechos fundamentales, ampliando las responsabilidades y las posibilidades de resistencia frente a la apropiación de los bienes comunes como el agua, las semillas o los bosques.

La revalorización de modelos productivos de baja escala, con menor impacto ambiental en áreas rurales y la reactivación de mercados locales, es el principio de la reorientación en las políticas públicas destinadas a promover la soberanía alimentaria. Los conceptos de **productividad** y de **optimización** de rendimientos **deben ser reemplazados por sostenibilidad, temporalidad e inocuidad** en la ecuación referente a la producción de alimentos sostenibles y agroecológicos.

Para concluir, es necesario destacar que para lograr el objetivo de Hambre Cero se requiere **cambiar los modelos agrícolas dominantes** para dar paso a nuevas iniciativas con enfoque agroecológico y territorial. El contexto productivo de los alimentos es un complejo sistema en el que participan diversos sectores agrícolas, en el que se reconoce y valora la importancia de sus roles en la sociedad. La política pública debe apostar a la transformación del sistema en el que todos los sectores productivos coexistan y asuman su responsabilidad, con un sentido unificado en la diversidad para alcanzar la soberanía alimentaria.

La **política alimentaria** debe enfocarse en los destinatarios de la producción de alimentos y debe comprender que la reproducción de sistemas sociales es parte de la reproducción de ecosistemas, y viceversa. Los **recursos naturales y bienes comunes** deberán ser considerados como una persona jurídica, es decir, un **«sujeto legal»**, y asumirlos como un conjunto de sistemas sociales dignos de protección y de conservación.



Hidalgo López C. y Sorondo L. (2020), Agroecología y soberanía alimentaria: Ideas para el debate en camino a la agricultura sostenible. *Revista Cienc. Tecnol. Agrollanía*, 19, 80-87. file:///C:/Users/Usuario/Downloads/AgroecologiaSoberaniaAlimentaria-HidalgoySorondo.pdf

Micarelli G. (2018), Soberanía alimentaria y otras soberanías: El valor de los bienes comunes. *Revista Co-*

lombiana de Antropología, 54(2) 119-142. <https://doi.org/10.22380/2539472X.464>

Monteiro-Duarte B. y Cosmo da Silva N. (2021), Soberanía alimentaria bajo nuevas lentes: Sinergias entre la nueva sociología económica y la resiliencia como un camino posible. *Research, Society and Development*, 10(9), e41110917339. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i9.17339>

TECNOLOGÍA

Micas de hidrogel y la composición de la gelatina

Luis Humberto Delgado-Rangel



https://pixabay.com/es/photos/search/pantalla%20m%C3%B3vil/?manual_search=1

Luis Humberto Delgado-Rangel. Estudiante del Programa de Doctorado en Ciencias Químicas, Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
1489690a@umich.mx

Hace una semana un compañero llegó muy feliz porque acababa de comprarse un teléfono celular nuevo. Para lograrlo, había trabajado bastante tiempo y ahorrado hasta lo de los chicles, pero hoy lo vi casi llorando de tristeza y enojo porque al bajar del transporte su celular nuevo se cayó de su bolsa y su pantalla se estrelló completamente.

¡Qué horrible historia! ¿Cierto? Hoy, esto puede ser una pesadilla para cualquiera de nosotros. Pero, afortunadamente, así como hay investigaciones para lograr obtener cada vez mejores celulares, también **existen investigaciones para desarrollar aditamentos que puedan proteger mejor nuestros equipos**, sobre todo los teléfonos celulares. Yo les platicaré, en particular, de un nuevo implemento para proteger sus pantallas, el cual resulta muy interesante. Este complemento se conoce como **mica de hidrogel** y, actualmente, podemos encontrar una gran variedad en el mercado, o por lo menos donde yo voy, ya hay muchas.

Las micas de hidrogel nos prometen cuidar nuestras pantallas de golpes y rayones, con la ventaja sobre otros productos de que estas **no se rompen y no se rayan, por lo menos no tan fácilmente**, pero ¿Cómo puede ser esto posible? Porque estas micas son, como su nombre lo dice, de hidrogel.

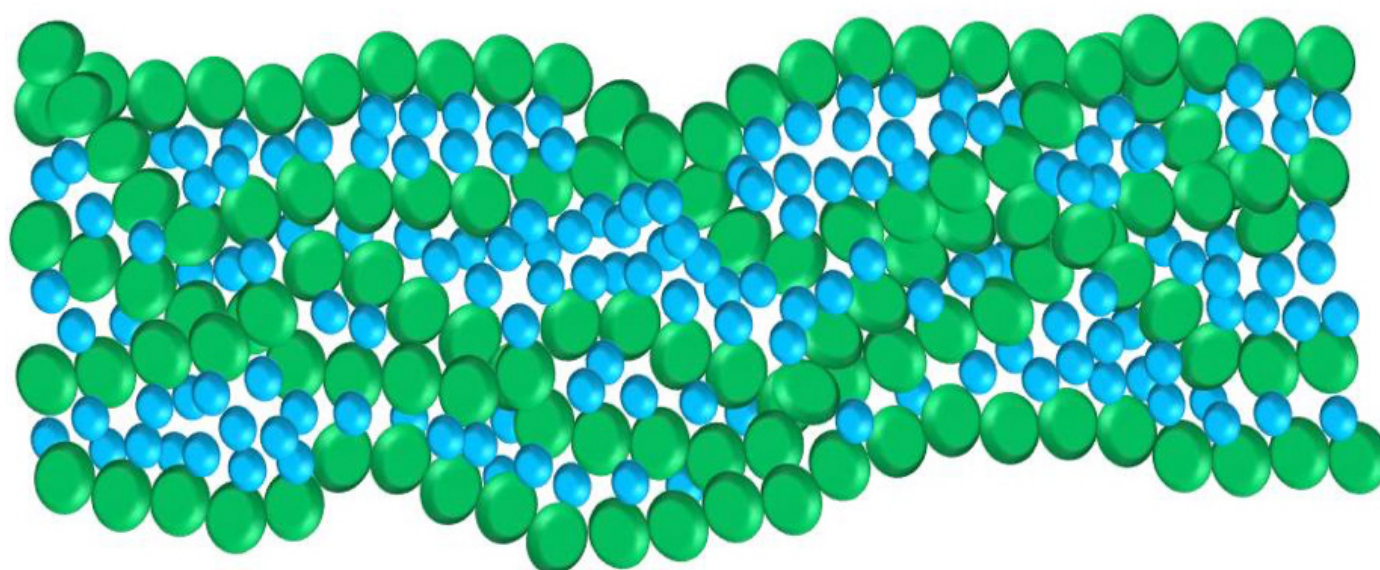
¿Qué es un hidrogel?

Los hidrogeles son compuestos poliméricos que forman una red tridimensional donde se en-

cuentran atrapadas moléculas de agua, el ejemplo más común y que podemos llegar a encontrar en casa, es una gelatina. Si bien la composición de una gelatina y de una mica de hidrogel es muy diferente, presentan similitudes en el hecho de que **son polímeros de cadenas largas y con la propiedad de retener agua en su matriz polimérica**.

En el caso de las micas de hidrogel, estas **son preparadas usando un polímero denominado poliuretano o bien a partir de polietileno**, los cuales presentan gran adaptabilidad, siendo sensibles a las huellas dactilares y moldeables a la forma de los teléfonos celulares delgados. En este caso, el hidrogel **es ultra delgado y casi imperceptible**.

La **gelatina**, por su parte, es un polímero compuesto por aminoácidos y es un derivado del colágeno, por lo que se considera un biopolímero, básicamente **se puede decir que es colágeno hidrolizado**. A diferencia del poliuretano o del polietileno, la gelatina absorbe muchísima agua, es decir, tiene un alto grado de hinchamiento, un aspecto que cabe destacar que el colágeno no presenta.



 Cadena polimérica

 Molécula de agua



<https://www.experimax.cl/blogs/news/laminas-de-hidrogel-las-increibles-ventajas-de-la-nueva-proteccion-de-pantallas>

Los hidrogeles, ya sea una mica de hidrogel o una gelatina, presentan propiedades interesantes, como **amortiguar impactos**, algo que se puede observar al golpear una gelatina y que es de gran utilidad en el uso de hidrogeles como protectores de pantallas.

Otra interesante propiedad que presentan algunos hidrogeles, es **su capacidad de autorreparación**. En el caso de las micas de hidrogel, es posible que pequeños rayones se reparen solos, lo cual hace a estos materiales muy atractivos en el mercado. Esta misma propiedad, hace a los hidro-

geles de gran interés en áreas como biomecánica.

Dependiendo del polímero de partida, los hidrogeles pueden tener usos muy diversos, desde micas protectoras para celular como ya lo vimos, en ingeniería de tejidos como andamios celulares, como medios de cultivo y también como un rico postre.



Deviaspain. (2021). ¿Qué es el hidrogel? 10 curiosidades que no conocías. *Devia*. <https://deviaspain.es/que-es-hidrogel-10-curiosidades-que-no-conocias/#:~:text=Lo%20m%C3%A1s%20com%C3%BAn%20es%20utilizar,trasero%20para%20protegerlo%20de%20golpes>

Peters J. (2021). Láminas de hidrogel: Las increíbles ventajas de la nueva protección de pantallas. *Experimax*.

<https://www.experimax.cl/blogs/news/laminas-de-hidrogel-las-increibles-ventajas-de-la-nueva-proteccion-de-pantallas>

Sonia B. (2019). Protectores de pantalla de hidrogel ¿Qué son? ¿Son la mejor opción? *Tecnología C'lic*. <https://www.tecnologiacl.com/dispositivos/accesorios/protectores-de-pantalla-de-hidrogel/>

UNA PROBADA DE CIENCIA

Bacterias, bichos y otros amigos

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

Días atrás, mientras comentaba en la oficina donde se elabora esta revista —ya pensando en este libro—, mencioné que somos un vehículo que transporta millones de organismos dentro y fuera del cuerpo. En tono jocoso, comenté que al besar o lamer otra piel, seguramente arrastramos a miles de estos «bichos» hacia nosotros. Este comentario escandalizó a la concurrencia y no lo tomaron nada bien.

Los microorganismos, en particular las bacterias, están bastante desacreditados entre la población y, en parte, esta percepción negativa tiene su origen en la manera en que estudiamos la biología en la escuela (primaria y secundaria, principalmente), especialmente la microbiología. Siempre se les asocia con enfermedades, y conocemos, si acaso, a las bacterias por su relación con los males que provocan. No obstante, la inmensa mayoría de las bacterias desempeñan funciones positivas e indispensables para nosotros y para la propia naturaleza. Esto se extiende a los hongos, los virus y, por supuesto, al extenso número de insectos, ácaros, moluscos, artrópodos y gusanos de diversos tipos que pueblan el mundo.

Así es, las bacterias juegan papeles fundamentales en la naturaleza, al grado que un suelo estéril, por ejemplo, difícilmente sostendrá la vida. Varias especies de bacterias convierten muchos minerales y nutrientes en asimilables para las plantas. Sin bacterias, ineludiblemente, las plantas mueren.

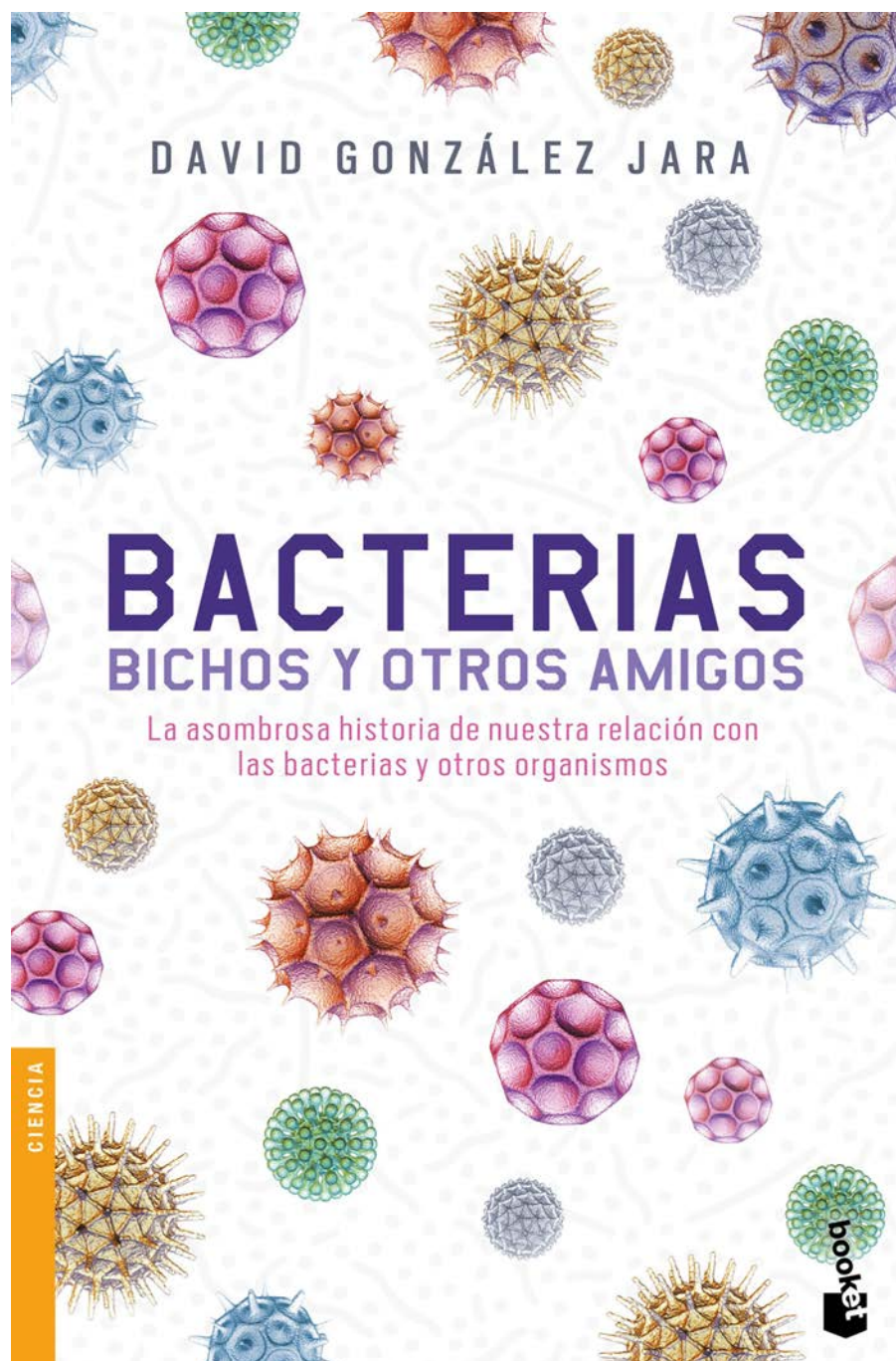
Pensemos que nuestro cuerpo se esteriliza, que de alguna manera eliminamos los millones de bacterias que nos habitan. De entrada, no vamos a digerir bien la comida, enseguida comenzaremos a sufrir problemas inmunológicos, infecciones de la piel por hongos y otras bacterias patógenas, y de inmediato seremos colonizados por seres indeseables, como amibas y otros organismos; nuestro aroma cambiará y con ello la etiqueta que nos identifica con otras personas y con nuestras mascotas.

Sin bacterias no tendríamos quesos, yogures y montones de productos para la alimentación, la industria, los medicamentos y la descontaminación y regeneración del ambiente.

De todo esto habla el libro que ahora recomendamos: *Bacterias, bichos y otros amigos* (Ariel, 2016) de David G. Jara, un bioquímico, investigador y docente que compagina su actividad científica con la de divulgador de la ciencia.

Este es un libro entretenido y divertido, y creo que bien debería ser leído por docentes de





biología y por los propios estudiantes. Me parece una excelente forma de acercar a todos al fascinante mundo de las bacterias de manera que las entendamos en su real importancia para que dejemos de estigmatizarlas.

El libro está organizado en ocho capítulos, con títulos tan «extraños» como «El extraño mundo de las heces», «Con las manos en la masa», «La guerra de los mundos», entre otros. Estos términos, tan poco científicos, en realidad reflejan el enfoque que utiliza el autor: analiza las bacterias por las funciones en las que están implicadas. Cada capítulo se puede leer por separado y todos gozan de una estructura narrativa literaria muy intere-

sante y cautivadora. Pongo un ejemplo. Hace unos días me ofrecieron un café *kopi luwak*, originario de Indonesia, es el más caro del mundo, pues llega a cotizarse en unos 10 000 pesos el kilo.

¿De dónde viene su fama y por qué un precio tan alto? Resulta que un pequeño mamífero, la civeta de las palmeras, se come los granos de café y al atravesar su tracto digestivo, este sale parcialmente digerido; las enzimas de las bacterias de su intestino atacan a los granos y eliminan sustancias que provocan el amargor y otros toques indeseables. Esto da como resultado un café dulce y con una textura especial. Los cultivadores de este producto buscan los restos de los granos entre las heces del animalito.

Narraciones como estas pueblan el texto, lo que lo hace ligero, divertido y muy fácil de entender. Un libro maravilloso que, sin duda, debería ser obligatorio en las bibliotecas de todas las escuelas. ¡Búscalo!

LA CIENCIA EN POCAS PALABRAS

¿Qué dices, la hacemos de tos?

Rocío del Carmen Montoya-Pérez



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

Te has puesto a pensar **cuántas veces al día toses y con qué frecuencia?** ¿Te has preguntado **cuáles son las causas y cuáles son los procesos a los que se somete tu cuerpo** cada vez que esto pasa? En este artículo te daré a conocer las causas, los mecanismos involucrados y el posible tratamiento para la tos cuando esta ya se considera crónica.

En artículos anteriores de *Saber Más*, hemos hablado de otros procesos fisiológicos, aparentemente simples, como el hipo y los estornudos; ahora, nos topamos con la tos que también parece algo simple, pero no lo es del todo.

Empezamos definiendo ¿Qué es la tos?

Se dice que la tos es un **reflejo respiratorio protector**, un mecanismo para limpiar la vía respiratoria superior, que puede ser (o no) un síntoma de enfermedad, y también se puede producir de manera (o no) voluntaria. En el caso de la tos como reflejo, esto es resultado de la presencia de material irritante, o excesiva secreción en la vía como consecuencia, por ejemplo, del cigarro o de los cambios bruscos de temperatura. El nervio vago es el que contiene la mayor parte de la inervación para la tos, lo que explica la tos cuando hay una irritación en el oído, sin embargo, hay otros nervios.

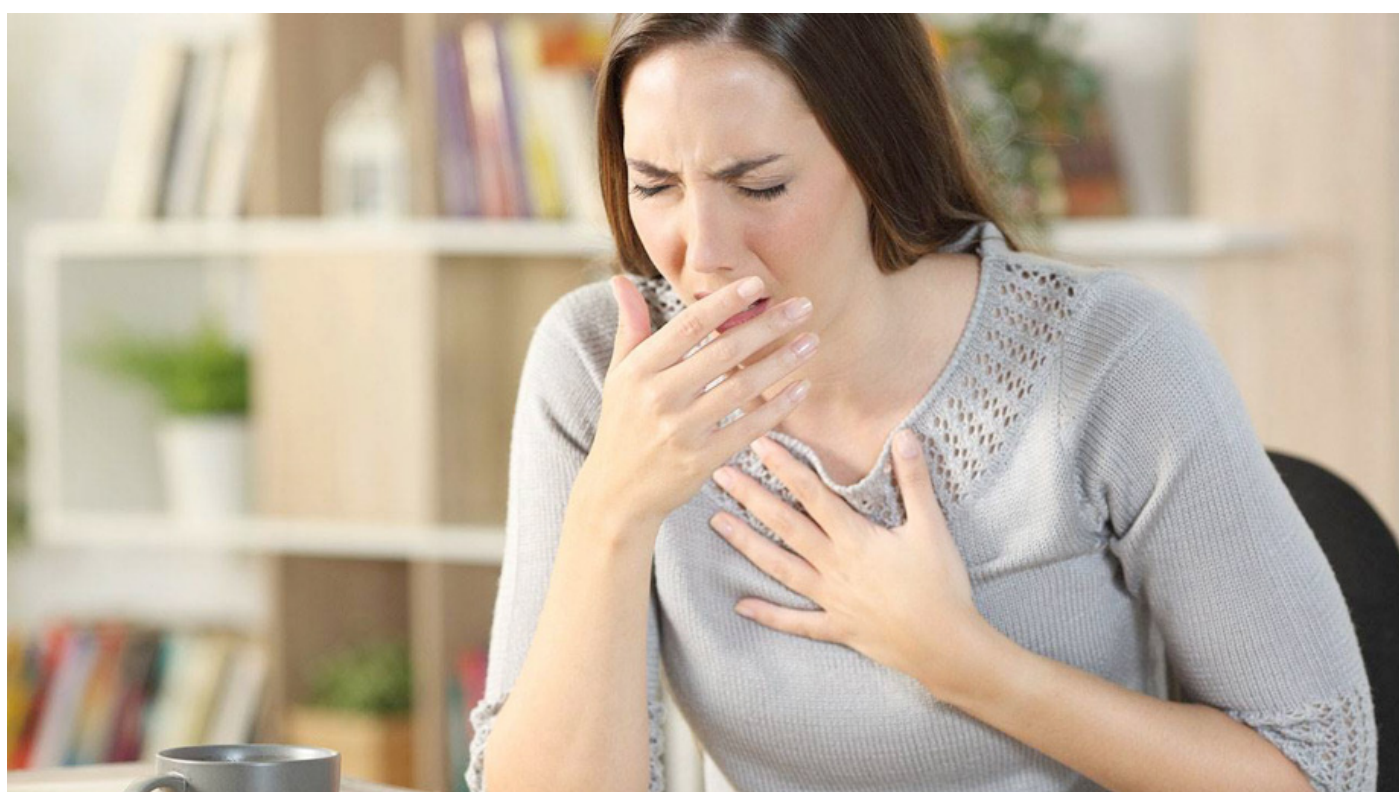
La tos puede ser iniciada desde la laringe, la tráquea y los bronquios más grandes, particularmente en las bifurcaciones de las vías respiratorias, pero no por la estimulación de los bronquios más pequeños, bronquiolos y alvéolos. Esto podría ser evolutivo, ya que los flujos de aire luminales y las velocidades que pueden generarse en vías respiratorias más pequeñas, sería demasiado bajo para producir un flujo turbulento y fuerzas de cizallamiento para una limpieza eficaz de las vías respira-

torias.

La tos puede ser **inducida por estimulación mecánica o química**, por lo que están involucrados mecanosensores y quimiorreceptores. Los mecanosensores son fibras mielinizadas que se clasifican en receptores de adaptación rápida y receptores de adaptación lenta, en función de su patrón de adaptación a la inflación pulmonar. Se localizan en las vías aéreas intrapulmonares y parénquima pulmonar, y responden principalmente a estímulos mecánicos o cambios en el pH. Los estímulos mecánicos incluyen deflación pulmonar, vibración, broncoconstricción, contracción del músculo liso, vasodilatación, edema y cuerpos extraños.

Tipos de tos

Basado en el reflejo de la tos, existe una clasificación poco común a partir de los grados en los que se da el proceso, y estas pueden ser: **eutusia** (normal), **hipertusia** (sensibilizado), **hipotusia** (insensibilizado), **distusia** (patológica) y **atusia** (ausente), aunque esto supone el reconocimiento de **distintas características para la tos normal y anormal**. La sensibilidad del reflejo de la tos se evalúa mediante pruebas de provocación, con la inhalación de una sustancia tusiva como capsaicina, ácido cítrico y ácido tartárico, o por la inhalación de agua destilada ultrasónica (niebla). Sin embargo, se puede aumentar la respuesta a las sustancias de en-





sayo de provocación dentro del rango normal, por lo tanto, se superpone con la tos normal.

Se dice que **las mujeres tienen un rango bajo dentro de la clasificación**, esto podría deberse a la altura, la función pulmonar, los factores hormonales, la cantidad y la actividad de los receptores y canales de membrana, la hipersensibilidad y la disfunción laríngea, o incluso por factores sociales, conductuales y ambientales. Clínicamente, **las mujeres presentan con mayor frecuencia tos crónica que los hombres**, particularmente cuando están en posmenopausia.

Hay evidencia que demuestra un **control supramedular en la tos**, ya que en humanos puede ser **producida voluntariamente y parcialmente suprimida**. En individuos sanos, la tos voluntaria activa áreas de la corteza que también se activan de forma voluntaria con la respiración. Imágenes de un cerebro funcional revelan que varias regiones del cerebro se activan durante el funcionamiento voluntario o cognitivo de la tos y la supresión de esta.

La **vía motora de la tos** se puede definir como una **secuencia de movimiento de las fases inspiratoria, compresiva y expulsiva**. Algunos autores han apoyado la presencia de una fase adicional que

sigue la espiratoria y que se llama la **fase de cese o relajación**, pero esto rara vez se usa.

En la **fase inspiratoria** la laringe y los abductores abdominales abre la glotis, mientras que los músculos inspiratorios se contraen para expandir el tórax y generar un volumen inspiratorio alto. La expansión del tórax alarga las fibras musculares de la caja torácica, creando una buena relación longitud-tensión para su contracción. En la **fase de compresión**, los pliegues ventriculares se aducen y la epiglotis cubre la entrada de la laringe durante 0.2 segundos. Durante esta fase, los músculos espiratorios se contraen casi isométricamente y aumentan la presión subglótica, intraabdominal, intratorácica e intraalveolar. En la **fase expulsiva** (espiratoria) los cartílagos aritenoides abducen rápidamente la glotis abierta (0.2-0.4 segundos), los músculos espiratorios se contraen y comprimen dinámicamente las vías respiratorias, y el aire que pasa por la tráquea, laringe y cuerdas vocales produce el sonido característico de la tos, que también actúa como una huella de voz. Este movimiento genera una alta velocidad de flujo de aire que puede alcanzar los 28 000 cm por segundo (85 % de la velocidad del sonido).

Las teorías de la movilización de la mucosidad a través de la tos se han basado, principalmente, en principios mecánicos, en modelos *in vitro* y en animales. La efectividad de la **tos para eliminar las secreciones de las vías respiratorias**, se atribuye a la generación de un flujo de aire espiratorio adecuado y a la compresión dinámica de las vías respiratorias. El flujo de aire transfiere energía cinética a la capa mucosa de las vías respiratorias y, bajo condiciones específicas, puede generar movimiento de moco en la dirección del flujo de aire.

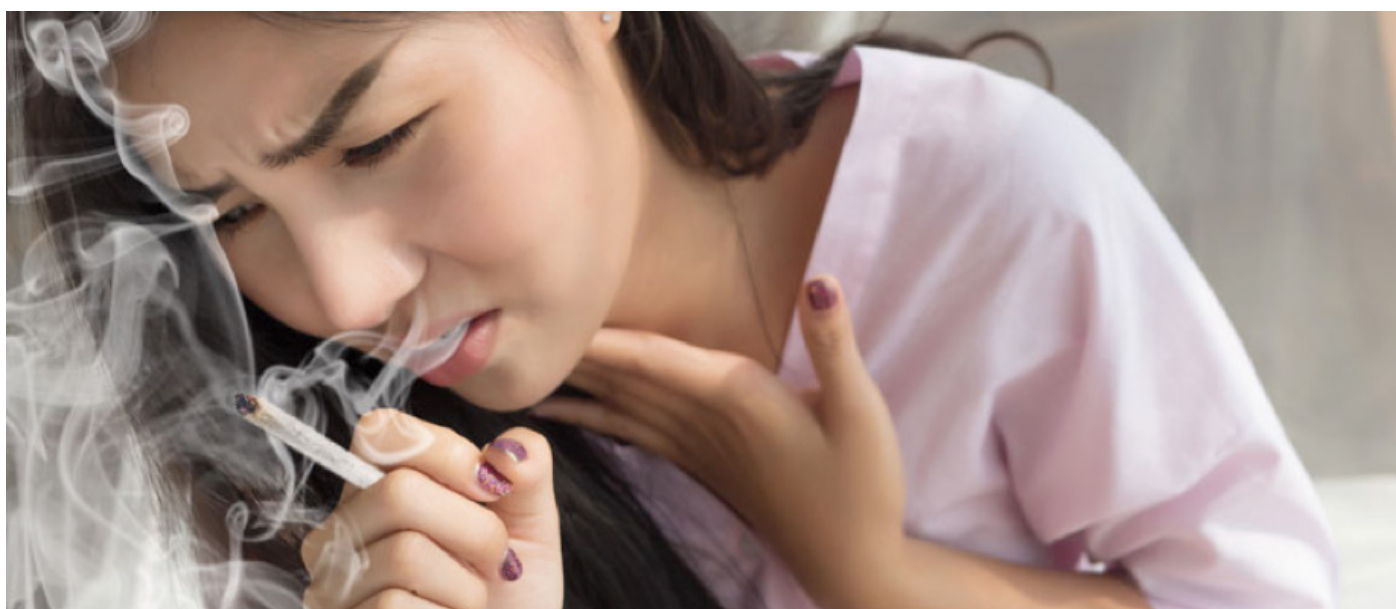
La tos es un síntoma respiratorio importante y común en todo el mundo y su impacto en los sistemas de salud y en las personas es profundo. **La prevalencia de la tos varía según factores ambientales, genéticos y comorbilidades.**

Se han sugerido distintos tipos de categorización de la tos; la clasificación de la tos como síntoma en función de su duración es común, aunque los umbrales de duración se seleccionan arbitrariamente. Según esto, **la tos aguda dura menos de tres semanas, la tos subaguda dura de tres a ocho semanas** y la tos crónica dura más de ocho semanas. Aun así, una revisión de la literatura identificó que la mayoría de los estudios sobre la tos crónica, utilizan el umbral de menor o igual a tres meses, menos frecuentemente usan mayor o igual a ocho semanas. La tos también **es clasificada clínicamente como seca o húmeda**, donde la tos húmeda o productiva es acompañada de esputo. Otras formas de clínicamente evaluar la tos como un síntoma, incluyen la **frecuencia, la intensidad, gravedad e impacto asociado en la vida del paciente.**

Es importante mencionar que **la efectividad de los flujos de aire durante la tos, puede determinar la salud de pacientes con otras comorbilidades.** Por ejemplo, pacientes con disminución de los flujos de aire respiratorio, como aquellos con debilidad muscular respiratoria, **enfermedades neuromusculares** (esclerosis lateral amiotrófica o distrofia muscular de Duchenne), lesión de la médula espinal, o pacientes que están intubados y mecánicamente ventilados. Además, **afecciones neurológicas** como la enfermedad de Parkinson, accidente cerebrovascular y la esclerosis múltiple también puede presentar tos reducida, debido al deterioro de la producción motora o problemas sensoriales. Estos individuos tienen un mayor riesgo de aspiración que puede dar como resultado mayor incidencia y producir neumonía.

El asma, la bronquitis, la enfermedad por reflujo gastroesofágico y el síndrome de tos de las vías respiratorias superiores, son causas frecuentes de tos en pacientes con radiografía de tórax normal. **En los casos en que no exista causa identificable, la tos se denomina idiopática o refractaria;** sin embargo, una variedad de enfermedades respiratorias presenta tos como síntoma cardinal, como el resfriado común, bronquiectasias (dilatación y destrucción de los grandes bronquios causados por inflamación y una infección crónica), fibrosis y enfermedades pulmonares intersticiales.

El concepto del **síndrome de hipersensibilidad** a la tos representa una alta sensibilización a la tos, donde las causas de la tos crónica no pueden ser explicadas por la presencia de un diagnóstico subyacente claramente establecido.



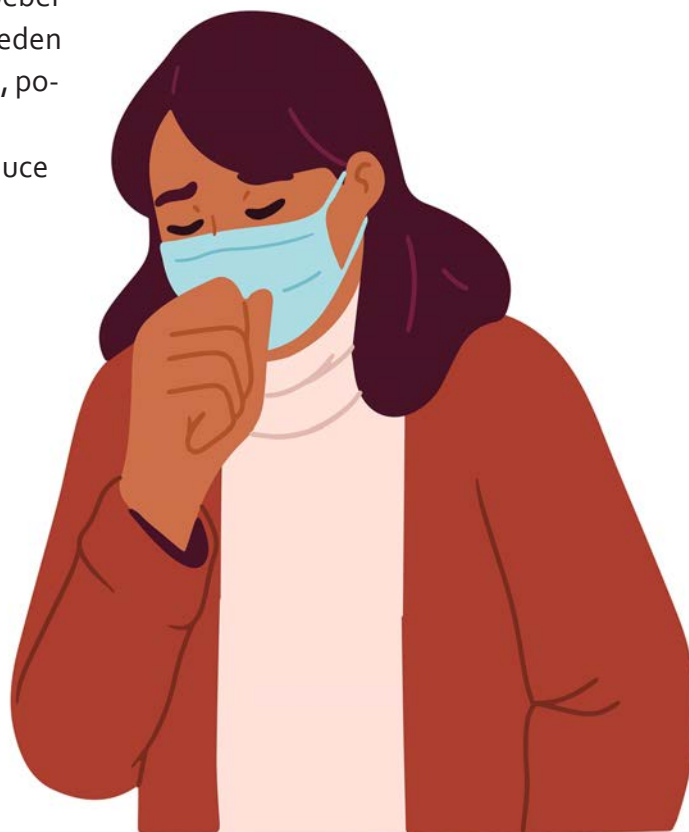
Entonces, ¿cuál es el tratamiento?

Las **técnicas no farmacológicas** para el control de la tos abarcan grupos de técnicas **adaptadas a las necesidades del paciente**. Por ejemplo, implican una mezcla de educación, control voluntario de la tos, higiene de la laringe y asesoramiento psicoeducativo con el objetivo de activar o restaurar un posible inhibidor disfuncional de la tos. También hay profesionales quienes brindan los tratamientos, generalmente fisioterapeutas capacitados o terapeutas del habla y del lenguaje. Más específicamente, los pacientes reciben educación sobre su condición y la hipersensibilidad del reflejo de la tos, de la capacidad de control voluntario y de los beneficios de evitar la tos repetida. Conciencia, identificación, evitar los desencadenantes de la tos y practicar el control de las ganas de toser, se basan en **control supramedular la tos**. La educación también incluye mejorar la comprensión y la anticipación de la urgencia de toser, así como la implementación de las técnicas de control, usando supresión o reemplazo. **Técnicas de distracción** como tragar, beber pocas cantidades de agua y chupar dulces, pueden cambiar la información sensorial y, por lo tanto, podría resultar en la inhibición de la tos.

La **higiene de las cuerdas vocales** reduce

la irritación laríngea y mejora la hidratación, por lo que disminuye la estimulación de los receptores de la tos situados en la laringe. Asimismo, corregir la respiración disfuncional —adoptando un patrón de respiración nasal, relajando la respiración de la garganta, la respiración con los labios fruncidos y los ejercicios de las cuerdas vocales—, podrían ser apropiados para pacientes con disnea. **Enfoques de apoyo psicológico** en mejorar la aceptación de un método conductual, también podría aumentar la motivación para modificar comportamientos de sobre consciencia para reducir el estrés y la ansiedad. Además, se considera que es necesario establecer **metas realistas en la práctica para el éxito del tratamiento**.

Ahora ya conoces cuáles son los mecanismos y los motivos de la tos. En caso de tener alguna afección haya durado mucho, debes acudir con un especialista para tratarla.



Domingo-Ribas C. y Sogo-Sagardía A. (2016). Tos crónica: viejos problemas, nuevas perspectivas. *Revista de Asma*, 1(3), 98-105. <https://www.separcontenidos.es/revista3/index.php/revista/article/view/107>

Spinou A. (2018). Non-pharmacological techniques for the extremes of the cough spectrum. *Respir. Physiol.*

Neurobiol., 257, 5-11. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1569904817304226>

Steinbach T. (2021). Bronquiectasias. *MANUAL MSD. Versión para Profesionales*. <https://www.msmanuals.com/es-mx/professional/trastornos-pulmonares/bronquiectasias-y-atelctasias/bronquiectasias>

LA CIENCIA EN EL CINE

El canto del cisne

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

Hace unos días escribí un artículo sobre la muerte como una función indispensable para la vida. Hablé sobre las consecuencias biológicas para el cuerpo humano de la inmortalidad... de esas reflexiones de fin de año, ya saben.

Un tema que no alcancé a tocar, por la extensión muy corta de mi colaboración, fue el de trasladar a una máquina o a un clon nuestra propia vida y, de esta manera, digamos más tecnológica, alcanzar la inmortalidad. En fin, en esas andaba

cuando me llegó la posibilidad de ver una película sobre el tema. Si bien, es una cinta de 2021, tal vez por la pandemia, a mí se me pasó del todo, hasta que en un comentario leído por allí me brincó y, pues, le dediqué un domingo por la tarde.

Debo decir que me gustó y quiero comentarles sobre ella. Se trata de *El canto del cisne*, película de Benjamin Cleary, con guion de él mismo, una producción (espléndida) de AppleTv con las actuaciones sobresalientes de Mahershala Ali, Naomie Harris, Awkwafina, Glenn Close, Adam Beach, entre otros.

Cameron Turner (Mahershala Ali) es un talentoso artista, dibujante y pintor que tiene su vida resuelta, trabaja para una agencia de publicidad.

En un viaje a su casa, en tren, conoce a quien se convertirá en su esposa: Poppy (Naomie Harris), una maestra que atiende niños con problemas de aprendizaje utilizando la musicoterapia. Conformen una pareja idílica, con un hijo pequeño y otro por venir. Pero los sueños de Cameron se truncan cuando le diagnostican una enfermedad mortal y fallan todas las terapias; él sabe que su fin está cerca y oculta su situación a Poppy, en la búsqueda de un momento preciso o de una alternativa.

Su médico, la oncóloga Dra. Scott (Glenn Close), le ofrece una alternativa radical. Desde hace algún tiempo, ella está desarrollando un sistema para «transferir» la conciencia, memoria y recuerdos de una persona a un clon, creado mediante ingeniería ge-

nética e inteligencia artificial. Un clon que es idéntico a Cameron, creado con la expresión de cada gen de sí mismo. El proceso implica un secreto total, pues se trata de un método experimental, cuya sola mención genera un debate profundo y un rechazo en una parte de la población. Además, una vez creado el clon, el paciente transferido se retirará del mundo para morir apaciblemente mientras su sustituto asumirá el papel de Cameron, permitiendo que su familia continúe su vida «normal», sin enterarse del reemplazo.

La película describe de manera más o menos detallada cómo sería el proceso de «transición de la me-



moria» al cerebro receptor, el proceso de entrenamiento para cuidar los detalles de la memoria y los momentos significativos, pero, por supuesto, las dudas de Cameron son muy fuertes. Se trata de desaparecer del mundo, de la vida de su familia que, si bien será sustituido por «él mismo», se trata en realidad de otra persona, no es como ver a través de un lente lo que pasa en su vida, es ver a través de otro que se «apoderará» de su propia existencia. Las dudas de Cameron se resuelven —aparentemente— cuando Poppy le confirma su segundo embarazo, y ante la posibilidad de dejar sola a su familia, acepta someterse al procedimiento como única alternativa.

No les cuento más. La película está construida de una manera preciosista, se nota cuando la producción tiene recursos e imaginación. Me gustó mucho que no avanza a un futuro distópico. En realidad, me gusta la imagen de ese mundo, limpio, ordenado y con unas posibilidades tecnológicas increíbles en comunicaciones, ambiente y desarrollo personal. El concepto de telemedicina está ampliamente desarrollado en ese mundo. Todas las personas tienen un monitoreo constante

de los médicos, a distancia se emiten tratamientos, ajustes a estos y solo se recurre al hospital cuando la revisión lo indica. En fin, algo que la IA y el desarrollo de las TICs pueden hacer posible en el mediano plazo, pero...

El título de la película deja patente, ya desde el inicio, que las cosas no necesariamente funcionan como deseáramos: «El canto del cisne» es una expresión que alude al último gesto realizado por alguien a punto de morir o a punto de jubilarse, metáfora que proviene de los bestiarios medievales que aseguraban que «cuando se aproxima el final de su vida, el cisne, canta mejor y más fuerte; y, así, cantando, él acaba su vida», y de alguna manera una «alternativa» aparentemente perfecta, puede implicar diversos problemas.

Dejemos bien aparcada nuestra incredulidad. Olvidemos por un momento que estamos ante una fantasía y una película de ciencia ficción, así como el cómo lograron tal proeza o si esta es posible, no importa: es posible y ya, al menos por un momento. Ahora preguntémosnos ¿Mi clon y yo, somos la misma persona? Si a mí me clonaran, ¿desearía que solo quedara lo mejor de mí, si aca-





so tengo algo, pero lo que es malo en mí, quedará fuera, aunque no conozca que tanto juega en lo que soy?

Italo Calvino, el gran escritor italiano, en *El vizconde demediado*, analiza muy bien este compromiso ético. Nosotros en realidad somos —escribe— el resultado de una dualidad: lo bueno y lo malo. No somos, nadie lo es, absolutamente buenos o absolutamente malos. En realidad somos un mosaico de ambos lados, o de múltiples lados, y esas partes, cuando se juntan, configuran lo que somos.

En un clon, en el momento de la transferencia de mi conciencia, puede faltar algo, por mínimo que sea, algo que se borró, aparentemente insignificante, pero que en realidad fue decisivo en la creación de lo que soy ahora: un instante fugaz, un momento, una lectura o una conversación.

Los que hacemos biología molecular sabemos que la manipulación genética, al menos por ahora, puede implicar el riesgo de modificar la expresión de algún gen indeseado. Esto se observó claramente en la clonación de la oveja Dolly, el primer mamífero clonado de la historia. Al momento que nacemos, y en varios momentos de la vida, el programa genético se va modificando

para adaptarse a las circunstancias ambientales. Cientos de genes se reprimen, mientras que otros tantos se activan. Las modificaciones de tan solo uno de ellos, encendiéndolo o apagándolo cuando no se debe, pueden implicar desajustes tan graves como el cáncer, enfermedades autoinmunes, así como alteraciones en el comportamiento y en las emociones. Y esto lo toca la película, así que mi clon y yo, no necesariamente somos los mismos.

Dijimos que el clon de Cameron fue creado mediante técnicas de ingeniería genética e inteligencia artificial. Ciertamente, la disciplina científica más cercana —en realidad muy lejana— a esta aspiración es la biología sintética, la cual tiene dos vertientes: una es la creación de vida a partir de cero, es decir, crear membranas, sintetizar genomas, asociarlos y luego lograr que fabriquen proteínas y de allí todo lo que se necesita para la vida. El problema es que las proteínas, las membranas y los genomas evolucionaron de manera independiente y luego se asociaron de manera irreductible e irrepetible.

El segundo enfoque es más realista, es el llamado enfoque reduccionista; este trata de aprovechar compartimentos preexistentes (otras células), a las que se les elimina el genoma y luego



se les introduce uno sintetizado *in vitro*, pero siguiendo lo que sabemos de otros genomas. Este es el único enfoque que ha tenido un éxito relativo. Claro, podemos decir que esto no es crear vida, en todo caso se acerca más a «recrear» algo que ya existe.

De manera que por biología sintética entendemos los procesos que nos permitirían diseñar o rediseñar sistemas biológicos y otorgarles cualidades mejoradas o nuevas cualidades. Pero el asunto no deja de ser muy complejo y, por ahora —y por muchísimo tiempo más—, esto se aplica solo a microorganismos. Un problema es determinar cuántos y cuáles genes son indispensables para eso que llamamos vida, es decir, cuál es el genoma mínimo para sostener el metabolismo, mantener las funciones vitales, no reproducirse y no heredar la información ni transferirla a otro organismo (esto último por cuestiones de bioseguridad).

Y se ha realizado usando como compartimentos a microorganismos aún más simples que las bacterias, los llamados mycoplasmas. En ellos se ha determinado que (para este bicho) se requieren 482 genes codificadores de proteínas, 20 % de los cuales son prescindibles, 43 genes codificadores de ARN y unos pocos más involucrados

en el transporte de fosfato. Con esto, se puede sintetizar en el laboratorio tal genoma, vaciar un mycoplasma de sus propios genes e integrarle el genoma sintético. Se ha intentado con éxito en este sistema introducir algunos genes de enzimas para sintetizar metabolitos para uso farmacéutico, ¡y no más!

Por supuesto que estos estudios han generado conocimientos muy valiosos. Para comenzar, han revolucionado los métodos de secuenciación y análisis genómico, han actualizado las técnicas de síntesis química de ácidos nucleicos (ADN y ARN) y de traducción *in vitro* de proteínas. Conocimientos todos, que en buena medida se han aplicado en la generación de vacunas en la contingencia del Covid y en el estudio del virus. En *El canto del cisne*, se le explica a Cameron que su clon fue creado molécula a molécula, creando cada uno de sus genes y suprimiendo los que provocaron su cáncer. Entendemos así, que se trata de biología sintética muy avanzada.

Alguien puede pensar que esto es el presente, pero en el futuro quién sabe qué se pueda hacer y sería mejor detenerla ahora. Es decir, acusar, juzgar y condenar un «crimen» que aún no se comete, como en la distopía de Philip K. Dick, *Mino-*

riety Report. Pero no, ni podemos con sistemas tan complejos como un gusano, mucho menos una flor o un mamífero, ni responden preguntas científicas que no podamos responder con otras herramientas. El objetivo aplicado de la biología sintética es facilitar la fabricación de fármacos, el procesamiento de aguas contaminadas y la creación de «biofábricas» como las que ya se usan, pero en lugar de vacas o plantas, sería en botellas de laboratorio. Y esto restringe a la biología sintética a una suerte de transgénesis con más músculo.

Solo quiero que imagines esto en un humano. Significaría tomar un óvulo, vaciarlo de su núcleo, quitarle las mitocondrias y sustituirlas por otras con genomas sintéticos y luego sintetizar un genoma de 20 000 genes de proteínas, más miles de genes de ARN diversos, sintetizar los genes solapados, genes en contrasentido, genes localizados en intrones, regiones no codificantes, pero con funciones regulatorias, elementos *cis*, potenciadores, etc. Saldría más barato, fácil y divertido hacerlo de la manera tradicional. No tendría sentido alguno, ni siquiera con el peregrino objetivo de «clonar» una persona por encargo. Además, está el hecho de que los genes y sus productos cumplen su función en una interacción muy compleja y fina con otros genes, otras moléculas y el ambiente. Así que no te asustes, la biología sintética va por microorganismos más simples que las bacterias.

Se ha pensado que la biología sintética ensanchará la brecha entre los que tienen acceso a las aplicaciones médicas de esta tecnología y quienes no, y al menos en lo que se ve en la película, la familia de Cameron goza de muy buena situación económica y no se ven más personas para comparar. Pero en realidad esto está pasando sin necesidad de esta disciplina. Existen tratamientos contra el cáncer, la diabetes o el Covid mismo a los que la mayoría de nosotros no tenemos acceso por los costos. Tratamientos de millones de dólares que ni nosotros, ni los sistemas públicos de salud podrían pagar, pero que un *mycoplasma* o levaduras debidamente modificadas podrían producir por un

costo ínfimo, o la producción por ingeniería de tejidos de micro órganos como modelos para el estudio de enfermedades o en la actualidad la simulación de la infección por Covid, o la producción de anticancerígenos a la carta para cada paciente.

Regresemos a la incredulidad y pensemos solamente en el divertimento, en las emociones y en las reflexiones provocadas por la película la cual está muy marcada por un tema profundamente humanista, representado de un modo más o menos velado: la creación de vida y la prolongación de esta, la necesidad de buscar salidas para nuestra vida cuando todo nos conduce a un desenlace terrible. Me parece que esta cinta lo acomete de una manera muy inteligente, haciendo uso de la tecnología, de la ciencia y de la decisión de emprender nuevos retos. Las actuaciones de todos los protagonistas, en especial de Mahershala Ali y Naomie Harris, soportan muy bien el ritmo melancólico y dramático y bien marcan la película.

Vale la pena, pues me parece que es importante enfrentarnos a esta reflexión sobre la vida y la muerte, los límites de la ciencia y de la tecnología, no porque lo tengamos a la vuelta de la esquina, sino porque tenemos otros problemas sobre los que sí es necesario tomar posiciones, así que se las recomiendo seriamente.



NATUGRAFÍA

Tecolote Bajeño

* Miguel Gerardo Ochoa Tovar



Moría de ganas de poder encontrar algún búho o tecolote y finalmente ocurrió este fabuloso encuentro con este tecolote bajeño (*Glaucidium brasilianum*).

Se distribuye ampliamente desde el sur de Arizona hasta Argentina. Generalmente se les puede ver y escuchar durante el día y se pueden encontrar en bosques e inclusive en parques de pueblos y ciudades. Se alimentan de insectos, roedores y aves pequeñas. Se dice que en ocasiones, al escucharle o verle, los pájaros cantores se reúnen para atacarlo y ahuyentarlo del lugar.

PRIMER INFORME

Yarabí Ávila González
Rectora



Estamos transformando a la Universidad Michoacana: Rectora

La doctora Yarabí Ávila González rinde su primer informe de actividades y destaca el trabajo en equipo que se ha alcanzado

“Nada nos detiene”, afirmó la rectora Yarabí Ávila González al rendir su primer informe de actividades al frente de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), en donde resaltó que muchas metas se cumplieron y otras fueron rebasadas, y es gracias al equipo fuerte y comprometido que trabaja todos los días para alcanzar el sueño de ser la mejor institución educativa de México.

En la Posta de Veterinaria, frente al H. Consejo Universitario, la doctora Ávila González enumeró los logros que se han tenido en este primer año de actividades, reconociendo a cada uno de los equipos de trabajo que caminaron en un mismo sentido

para lograrlo y destacó que es gracias a esos resultados que hoy todos podemos caminar con la frente en alto, mirar a la comunidad a los ojos, saludar y gritar “Pis pas” porque no tenemos nada de qué apenarnos o escondernos”.

Apuntó que el informe es una semblanza general de lo que se ha hecho en los distintos rubros, sin maquillar datos o triunfos porque ninguna persona de la comunidad nicolaita lo merece, ya que hablar con la verdad permite crecer y avanzar. La Universidad Michoacana, dijo, representa la universalidad y la diversidad, es la modernidad y por ello, se ha reivindicado el valor de las diversidades y se ha integrado en la tarea una mirada que incide en la defensa de los Derechos Humanos que significan el respeto al libre pensamiento, la paz, la pluralidad, la tolerancia, la equidad, la democracia, la inclusión, la sustentabilidad y la corresponsabilidad con la rendición de cuentas.

“Pero aún no estamos satisfechos y ahora es un buen momento para hacer balances, para agradecer y para expresar deseos de éxito a esta comunidad, es apenas nuestro primer año y es momento de hacer un alto y continuar evaluándonos”.

Ávila detalló que el informe se divide en diferentes capítulos, algunos de ellos como: La Casa de Hidalgo, El Sueño de Quiroga, El Aula de Morelos, El Corazón de Ocampo, La Cuna de Héroes, El Crisol de Pensadores, Legado Nicolaita y la Herencia de Pascual Ortiz Rubio, “todo ello haciendo y recordando a quienes forman parte de nuestra historia y quienes nos han dejado precisamente eso, un gran legado”.

Detalló que las y los integrantes del Gabinete compartieron las acciones realizadas, ya que ellas y ellos han vivido de cerca cada logro y son quienes deben representarlo. “Seguiremos construyendo confianza porque esa no se gana hasta que nosotros no demostramos con acciones lo que nosotros tenemos, el deseo de hacer”.

La rectora reconoció la labor de cada una de las personas que integran la comunidad nicolaita, al señalar que “todas y todos contamos, todos tenemos voz, lo que no tenemos son deseos de destruir o dañar a alguien, mucho menos de lastimar nuestro patrimonio, pues es el legado de grandes hombres y grandes mujeres”.

De igual forma, agradeció el trabajo y el acompañamiento del Consejo Universitario, que dijo, ha tenido mucho que ver para que esta transformación al interior de la Universidad Michoacana sea una realidad.

Resaltó el papel que juega la Universidad Michoacana en la vida pública, al referir que lo que en la Casa de Hidalgo se decide impacta en todo el estado, “no es casual que muchos actores ajenos a esta institución busquen figurar en nuestra vida interna, deberían pensarlo mucho mejor, porque aquí se albergan cerca de 54 mil estudiantes que representan también a sus familias, aquí se albergan casi siete mil trabajadores entre docentes y administrativos que también cuentan sus familias, por lo tanto, somos una gran familia”.

“Somos una gran familia”.

Sostuvo que se continuará siendo sensible cuando se requiera, pero también tajantes cuando las acciones son ventajosas y no suman o multiplican en favor de la UMSNH, al tiempo que invitó a que todas y todos a trabajar en conjunto, “hay muchos proyectos que requiere que todas las manos estemos unidas para poderlos lograr”.

Antes de iniciar con las intervenciones de las y





los integrantes del Gabinete, la rectora hizo entrega del Primer Informe al secretario General, Javier Cervantes Rodríguez, con el fin de que lo haga llegar al Consejo Universitario y para que la comunidad nicolaita esté enterada de estas acciones.

Las y los asistentes al evento realizado en la Posta de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, escucharon los logros en materia académica, administrativa, financiera, en seguridad, en difusión cultural, en investigación científica, en igualdad de género y cultura de paz y en infraestructura, por mencionar algunos.

Participaron en el informe los secretarios General, Académico, Administrativo y de Difusión Cultural y Extensión Universitaria, Javier Cervantes, Antonio Ramos, Edgar Martínez y Miguel Ángel Villa, respectivamente; la secretaria Auxiliar, Monika Gutiérrez; el tesorero, Enrique Eduardo Román; la coordinadora de Planeación, Infraestructura y Fortalecimiento Universitario, Cindy Lara y el Coordinador de la Investigación Científica, Jesús Campos.

También asistieron al evento, el secretario Particular, Javier Cervantes Martínez; el abogado general, Raúl Carrera; la contralora, Ana Delia Quin-

tero; el director de Tecnologías de la Información y Comunicación, Octavio Aparicio, así como directoras y directores de Facultades, Escuelas e Institutos nicolaitas, funcionarios, estudiantes, moradores y moradoras de las Casas del Estudiante y representantes de diversas dependencias estatales y municipales.

- El 98 por ciento de la matrícula de la Universidad Michoacana cursa programas de calidad. Es decir, el 90 por ciento de las carreras que se imparten gozan de reconocimiento de calidad nacional o internacional.
- Uno de los más grandes pendientes que encontramos, fue el rezago de trámites de títulos profesionales. Se agilizó la entrega de títulos en pergamino, expidiéndose 4 mil 800, además de la impresión de 25 mil títulos electrónicos.
- Se aprobaron 586 proyectos en donde se invirtieron más de 18 millones de pesos. Esto, aunado a los 13 más aprobados con el Conahcyt en donde se destinaron más de 17 millones de pesos y 112 proyectos aprobados por el ICTI con una bolsa de 18.8 millones de pesos.

- De mil 138 Profesores-investigadores de tiempo completo (asociados y titulares), 603 pertenecen al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores del CONAHCYT. En 2023 se sumaron otros 48 nicolaitas.
- Se creó la oficina que se encarga de tramitar patentes y derechos intelectuales. Están en trámite 5 patentes y 5 registros de software y obras. Se obtuvo el certificado de derechos de autor de la marcha "Cuna de héroes, crisol de pensadores" de la banda de guerra.
- Más de 300 mil personas han sido beneficiadas con las más de 7 mil 400 actividades que se han desarrollado, pero vale la pena resaltar la creación del Himno Nicolaita y la conformación del Coro Universitario y el Octeto Somos Nicolaitas.
- Se han firmado 117 convenios de colaboración, que buscan la vinculación académica, la investigación, la movilidad nacional e internacional y el servicio social y las prácticas profesionales. En total, tenemos en vigencia 350 acuerdos institucionales.
- Se accedieron a 25 millones de pesos con los que se han adquirido seis camionetas, equipo de cómputo y de laboratorios, además de equipo especializado para estudiantes de la Licenciatura en Seguridad Pública y Ciencias Forenses.
- El impulso al deporte y las artes marcan la administración de la rectora Yarabí Ávila González. En esta administración se puso en marcha la celebración de las Rodadas Nicolaitas. Cada mes se recorren 10 kilómetros en Morelia.
- Esta administración ha dado un paso histórico al crear la Coordinación General de Igualdad de Género, Inclusión y Cultura de Paz, un anhelo de miles de voces, que fue escuchado por la rectora Yarabí Ávila González.
- Nuestra comunidad no puede ser rehén de ningún agente externo, por lo que se instalaron arcos de seguridad en las preparatorias de Morelia, además de que se reactivó el Sistema de Vigilancia y Monitoreo, que implica seguridad durante las 24 horas del día en Ciudad Universitaria.



- De manera inédita, se pudo cumplir con recursos propios el pago de salarios y prestaciones de sus trabajadores y académicos hasta el mes de noviembre, aunado a que cubrió la totalidad de la última nómina del año y el 47% del aguinaldo.
- El 2023 fue nuestro primer año, y con la voluntad y el trabajo de todas y todos, logramos una bolsa de 154 millones de pesos en 33 obras de gran calado. Tenemos la seguridad de que, el que el 2024 reforzaremos nuestras acciones.
- Una de las obras más importantes es la construcción de la Unidad Profesional de Zamora, con el respaldo del gobierno de Alfredo Ramírez Bedolla. Esperamos que este año sea culminada la obra que se postergó desde hace una década.
- La ampliación del edificio de MultiDes, así como las construcciones en las facultades de Psicología y Bellas Artes, son inversiones muy significativas, aunado al fortalecimiento de la Facultad de Odontología con equipamiento y la rehabilitación del Centro Universitario de Estudios de Posgrado.



- Esperamos tener en unas semanas más las techumbres de las canchas de basquetbol en CU, en donde se hace una inversión importante. Asimismo, pronto tendremos en funcionamiento la primera cancha de futbol rápido.
- Se pusieron en marcha los trabajos de construcción de la primer alberca olímpica con una inversión de recursos propios superior a los 32 millones de pesos, con recursos propios.

