

Saber Más

Revista de Divulgación

de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



Epigenética: La nueva herramienta para curar

Una bacteria "mala" que también es "buena"
México y Filipinas: Un pasado común que
no debe olvidarse
Las micorrizas y sus vecinos del suelo;
Una historia de amor y odio
Primero crezco y luego me defiendo

Hormonas en las plantas
Entre chipotes te veas: La inflamación en
la supervivencia humana
Chile Perú: Variabilidad de formas y colores
Bernoulli. Unos tipos de cuidado
Bacterias magnéticas

Año 8 / No. 48 / noviembre-diciembre / 2019
Morelia, Michoacán, México
U.M.S.N.H.



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

CONTENIDO



Epigenética: La nueva herramienta para curar 28

ARTÍCULOS	Una bacteria "mala" que también es "buena"	14
	México y Filipinas un pasado común que no debe olvidarse	18
	Las micorrizas y sus vecinos del suelo; una historia de amor y odio	22
	Primero crezco y luego me defiendo	25
	Hormonas en las plantas	34
	Entre chipotes te veas: La inflamación en la supervivencia humana	38
	Chile Perón: variabilidad de formas y colores	42
	Bernoulli. Unos tipos de cuidado	45
	Bacterias magnéticas	48



14



25



34



42



48

ENTÉRATE

- Nueva patente nicolaita: Ciclodipéptidos anticancerígenos 6
- Textil elaborado con nopal 7
- Concurso de fotografía Científica 2019 8

TECNOLOGÍA

- La investigación básica: un camino hacia la tecnología actual 52

UNA PROBADA DE CIENCIA

- Plantas y animales terribles 55

CIENCIA EN POCAS PALABRAS

- Las células guardianas 58

LA CIENCIA EN EL CINE

- Próxima 63

EXPERIMENTA

- Separación de pigmentos en las plantas 65

BEBIDAS CON CIENCIA..

- El chocolate 66



Entrevista a la Dra. Ana María Méndez Puga,
Profesora Investigadora de la Facultad de Psicología UMSNH

10

DIRECTORIO



Rector

Dr. Raúl Cárdenas Navarro

Secretario General

Mtro. Pedro Mata Vázquez

Secretario Académico

Dr. Orépani García Rodríguez

Secretaria Administrativa

ME en MF Silvia Hernández Capi

Secretario de Difusión Cultural

Dr. Héctor Pérez Pintor

Secretario Auxiliar

Dr. Juan Carlos Gómez Revuelta

Abogado General

Lic. Luis Fernando Rodríguez Vera

Tesorero

Dr. Rodrigo Gómez Monge

Coordinador de la Investigación Científica

Dr. Marco Antonio Landavazo Arias

SABER MÁS REVISTA DE DIVULGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, Año 8, No. 48, 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, www.sabermas.umich.mx, sabermasumich@gmail.com. Editor: Horacio Cano Camacho. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-072913143400-203, ISSN: 2007-7041, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Departamento de Informática de la Coordinación de la Investigación Científica, C.P. Hugo César Guzmán Rivera, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316-7436, fecha de última modificación, 06 de diciembre de 2019.

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.

Saber Más

Director

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

Editor

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

Comité Editorial

Dr. Marco Antonio Landavazo Arias
Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad
Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia,
Michoacán. México.

Dra. Vanessa González Covarrubias
Área de farmacogenómica, Instituto Nacional de
Medicina Genómica, Ciudad de México.

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

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

Dr. Luis Manuel Villaseñor Cendejas
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla,
Puebla, Puebla. 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

L.C.C. Roberto Carlos Martínez Trujillo
Fernando Covián Mendoza

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 edición del volumen 8 de Saber Más, publicando para ustedes 60 artículos de divulgación científica, 6 entrevistas a investigadoras e investigadores, y en cada una de las secciones (Entérate, Tecnología, La Ciencia en Pocas Palabras, Una Probada de Ciencia, La Ciencia en el Cine y Experimenta) te mostramos contenidos muy interesantes de ciencia, tecnología e innovación, que preparamos con mucho cuidado de edición, de lo que escribimos y recibimos de nuestros autores, muchos de ellos colaboradores frecuentes de Saber Más, conformando los números del 43 al 48.

Te invitamos a leer este número, hay notas de ciencia, tecnología y de divulgación en Entérate; te presentamos en la Entrevista, a la Dra. Ana María Méndez Puga, investigadora de nuestra Universidad; el artículo de portada nos describe acertadamente un tema de ciencia actual como lo es la epigenética; en los demás artículos lee y aprende más sobre bacterias, micorrizas, plantas, inflamación, el pasado común entre México y Filipinas, así como una narración muy entretenida de la familia Bernoulli; en Tecnología te presentamos la importancia de la relación entre la tecnología y la ciencia; en la Ciencia en Pocas Palabras se define qué son y cuál es la función de las células guardianas; en Una Probada de Ciencia, proponemos leer el libro "Plantas y Animales Terribles" de Dino Ticali y Andrea Antino-

ri, y en La Ciencia en el Cine, la película "Próxima", cuya trama gira en la vida de una astronauta francesa que se entrena en la Agencia Espacial Europea, única mujer para realizar una misión espacial de un año de duración; en Experimenta, aprenderás a identificar los principales pigmentos que se producen en las hojas de las plantas; y desde el número anterior, al final encontrarás una infografía, en esta ocasión dedicada al chocolate, de la serie "Bebidas con Ciencia".

Aprovecho para agradecer principalmente a ustedes, los lectores, pero también a quienes nos envían sus artículos, al equipo editorial que se esmera cada vez más en mostrarnos la calidad de presentación de esta revista y también a los integrantes del comité editorial, que en conjunto mantenemos viva a Saber Más. Prueba de este trabajo en equipo llevó a que se otorgara a nuestra revista, el Premio ANUIES-TIC 2019.

Estimado lector, trabajamos con gusto este año para brindarte esta importante manera de divulgar ciencia y tecnología, mantengámosla vigente para seguir colaborando juntos, leyendo y compartiendo ciencia. Ya estamos preparando el primer número del 2020, iniciando las ediciones del volumen 9 y más novedades de ciencia para ti.

Rafael Salgado Garciglia
Director Editorial



ENTÉRATE

Nueva patente nicolaita: Ciclodipéptidos anticancerígenos



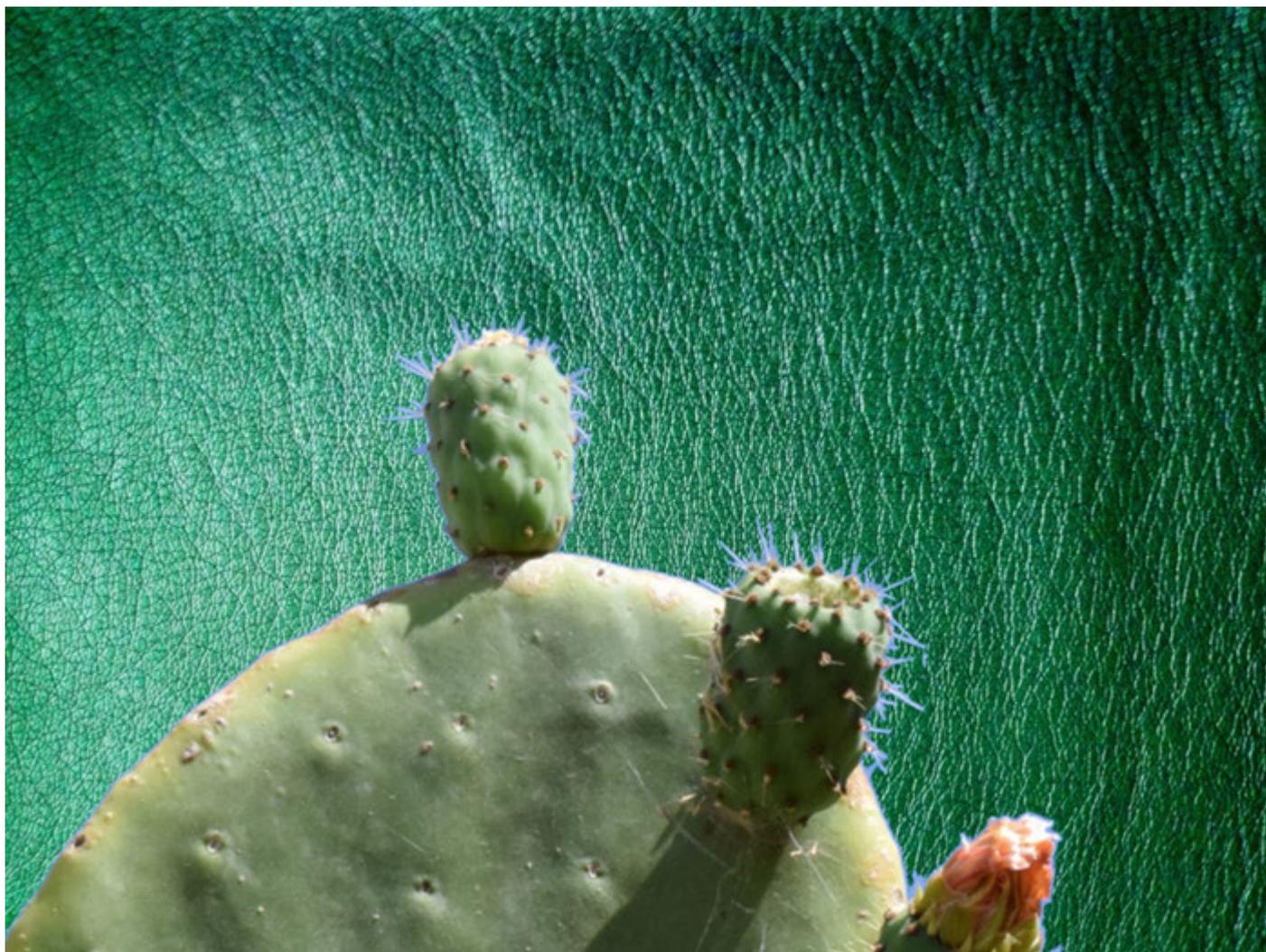
El pasado agosto del presente año, el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) otorgó la patente No. 367975 a la invención “Ciclodipéptidos de origen bacteriano con propiedades anticancerígenas y sus usos en el tratamiento del cáncer”, solicitada desde el 10 de Diciembre del 2015. Esta patente es resultado de investigaciones científicas realizadas en el Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, por el grupo de científicos integrado por el Dr. Jesús Campos García, la Dra. María Dolores Vázquez Rivera, el Dr.

Víctor Meza Carmen y el Dr. Homero Reyes de la Cruz.

La patente describe la invención de una mezcla de estas moléculas Ciclo(L-Pro-L-Leu), Ciclo(L-Pro-L-Val), Ciclo(L-Pro-L-Phe) y Ciclo(L-Pro-L-Tyr) producidas por la bacteria *Pseudomonas aeruginosa*, que han mostrado actividad anticancerígena y poseen alto potencial de utilizarse en el tratamiento del cáncer. Su acción es innovadora, ya que los ciclodipéptidos muestran especificidad en líneas cancerosas sin afectar la viabilidad de células no cancerosas ya que no inducen apoptosis en éstas.

ENTÉRATE

Textil elaborado con nopal



En los años recientes, el nopal ha probado ser una fuente inagotable de productos, desde los ricos frutos (las tunas) y sus pencas comestibles hasta la obtención de biodisel, ahora se presenta un nuevo producto, “la piel” de nopal, un tipo de tela o textil que se fabrica en un 50% de nopal y algodón, con distintos grosores, transpirable, con una garantía de 10 años.

Dos jóvenes emprendedores del estado de Jalisco en México, Adrián López y Marte Cázarez, inventaron este tipo de piel, creándola como una alternativa al uso de las pieles de los animales, con-

siderándola más amigable con el medio ambiente, transpirable y duradera. Su calidad es tal que puede ser utilizada en telas para la elaboración de prendas de vestir (ropa, zapatos, carteras), de muebles y en la industria automotriz.

La piel puede fabricarse en diferentes grosores y texturas, presenta alta resistencia y flexibilidad. Recientemente, los autores de esta tecnología, la presentaron con gran éxito en la exhibición internacional de innovación de la industria textil en Milán, Italia.

ENTÉRATE

Concurso de fotografía científica 2019



Fotografía: José Alfredo Soria Bárcena

La fotografía científica es una herramienta de la divulgación de la ciencia y la tecnología, ya que en las investigaciones científicas es necesario desarrollar diversas técnicas de la fotografía para hacer tomas desde lo microscópico como bacterias, hongos y pequeños animales, hasta lo macroscópico como animales superiores (aves, reptiles o mamíferos), flora (plantas, hojas, frutos o flores) y del paisaje (bosques, ríos, lagos, entre otros).

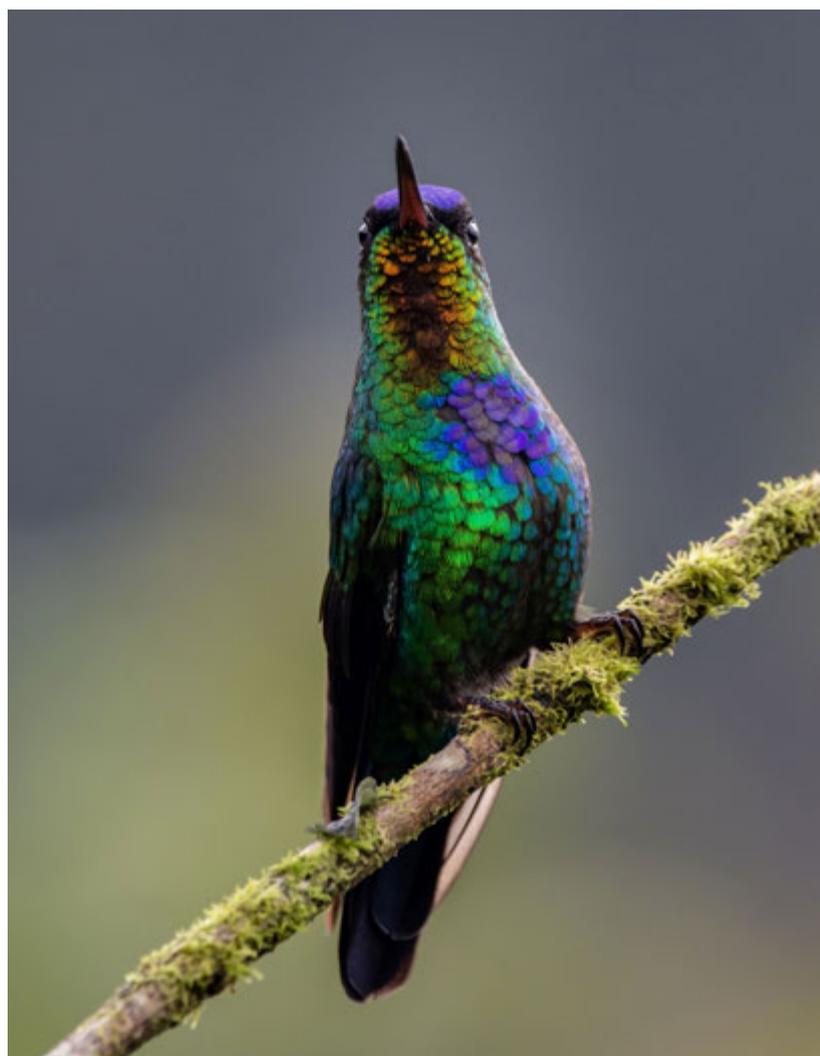
Esta manifestación de divulgación científica se realiza cada año durante el Foro Académico de Posgrado en Ciencias Biológicas y Agropecuarias que organizan los programas institucionales de

maestría (PIMCB) y de doctorado (PIDCB) en ciencias biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Este año, en el marco del 10º Foro, se realizó el Concurso de Fotografía Científica 2019, en el que se recibieron 25 fotografías de estudiantes y profesores participantes y tres más que fueron enviadas solo para exposición.

En esta ocasión, el primer lugar fue otorgado a la fotografía "Pitón" de José Alfredo Soria Bárcena, estudiante del Área Temática de Biotecnología Pecuaria (PIMCB, CMEB, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia). En la fotografía se muestra un ejemplar en cautiverio del género *Python* donde se puede observar detalladamente el ojo y se apre-



Fotografía: José Herrera Franco



cian las foseas termorreceptoras. Esta fotografía, además, puedes apreciarla en la contraportada de este número de Saber Más.

El segundo lugar fue para la fotografía "Mariposa Morpho azul" de Jorge Herrera Franco, estudiante del Área Temática de Ecología y Conservación (PIMCB, Facultad de Biología). La Morpho azul es una mariposa tropical iridiscente de gran tamaño y coloración azul, aunque en realidad no es azul, ya que esta coloración se debe al reflejo de la luz en escalas microscópicas sobre sus escamas de las alas.

El tercer lugar lo recibió Gerardo Guzmán Aguilar, estudiante del PIMCB, también del Área Temática de Ecología y Conservación (PIMCB, Facultad de Biología), con la fotografía "Magnífico Garganta de Fuego". Esta fotografía es de un colibrí (*Panterpe insignis*), una especie endémica de las montañas de Costa Rica y Panamá.

Fotografía: Gerardo Guzmán Aguilar

ENTREVISTA

Dra. Ana María Méndez Puga

Por Rafael Salgado Garciglia



Licenciada en Psicología en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (1985); Maestra en Ciencias de la Educación en el Instituto Michoacano de Ciencias de la Educación (1991); Doctora en la Universidad Nacional de Educación a Distancia (2001). Realizó una estancia sabática en la Universidad de Barcelona en el Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación, durante 2009-2010.

Desde el 2000, es Profesora e Investigadora Titular C en la Facultad de Psicología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Su especialidad en el área de la Psicología de la Educación y la Psicopedagogía. Fue investigadora titular en el Centro de Cooperación Regional para la Educación de Adultos en América Latina y el Caribe, realizando un estudio para la OECD y contribuyendo con diversidad de procesos formativos con educadores e investigadores de América Latina y el Caribe. Es docente en la Licenciatura en Psico-

logía, la Maestría en Psicología y el Doctorado Interinstitucional en Psicología. Es representante por Michoacán ante la Comisión Especializada del Sistema Nacional de Protección Integral de las Niñas, Niños y Adolescentes. Es relevante su trabajo en el tema de infancia, así como con personas jóvenes y adultas sin escolarización.

Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores, ingresó en el 2003 y conserva el Nivel I hasta 2021, es miembro de la Academia Mexicana de Ciencias, es miembro del Cuerpo Académico Consolidado "Educación, cultura y procesos de aprendizaje", por lo que tiene el reconocimiento al Perfil PRODEP. Ha recibido financiamiento de los Fondos Sectoriales SEP-SEB/Conacyt y de los Fondos Mixtos Michoacán-CONACYT, además de la Coordinación de la Investigación Científica de la UMSNH. También coordinó la Red de Cuerpos Académicos sobre Niñez y Juventud en Contextos de diversidad, recibiendo financiamiento del PRODEP. Por sus in-

investigaciones ha dirigido tesis de licenciatura, de maestría y de doctorado, es autora de publicaciones científicas, de divulgación, videos y cuadernillos de trabajo, y ha sido conferencista magistral invitada en congresos internacionales.

Es miembro del Comité Académico del Programa de Lectura Científica en el estado de Michoacán, donde colabora con evaluación de artículos de divulgación, talleres a docentes y evaluación de los textos producidos por los niños, niñas y adolescentes participantes en el programa. Ha dado conferencias de divulgación y participado en Tianguis de la Ciencia. También recibe estudiantes del verano de la ciencia, con quienes realiza diversas actividades de divulgación en comunidades indígenas y campamentos jornaleros.

¿Cuáles son las principales investigaciones que has realizado en la universidad y desde cuándo eres parte de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo?

En la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, comencé a trabajar en el año 2000, justo con el arranque de la Facultad de Psicología, en ese tiempo Escuela de Psicología, en la que inmediatamente realicé investigación. Si bien ya tenía una experiencia previa de investigación, comencé como profesora por horas y ya en el 2002-2002 formamos un gran Cuerpo Académico con diferentes líneas de investigación que desarrollábamos los profesores investigadores que estábamos en estos inicios.

En este tiempo, inicié con mi campo de investigación, el que más me interesa es sobre las infancias y las adolescencias. En el 2003, contando con financiamiento por parte de los fondos sectoriales de la Secretaría de Educación Pública con CONACYT, se nos apoyó un proyecto para trabajar en comunidades indígenas con niñas y niños, del cual se realizó una tesis excelente de licenciatura titulada "Aprendiendo a ser migrante", que desarrolló la ahora estudiante de doctorado Alethia Dánae Vargas, una tesis que fue un parteaguas porque se analizó cómo en las comunidades indígenas de alta incidencia migratoria, los niños aprenden a ser migrantes. En el 2006 tuvimos otro proyecto para realizar investigaciones con jornaleros

¿Nos podrías decir principalmente dónde estudiaste y cuál fue tu motivación para realizar tus estudios de psicología?

Estudié Psicología en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, porque en esa época que estudié, no había esta carrera aquí en nuestra universidad y en otras universidades públicas o privadas. Me fui a Morelos y ahí estudié la licenciatura y después comencé a trabajar en el CONAFE que es el Consejo Nacional de Fomento Educativo y esa fue mi gran escuela. Trabajábamos en unas jornadas muy complicadas, porque íbamos a todo el Estado

a trabajar en las comunidades muy pequeñas, donde está CONAFE, ahí trabajábamos con las niñas y niños, con los instructores comunitarios que son los maestros que están habilitados para ser maestros, con los padres de familia, descansábamos sólo los lunes, trabajábamos de martes a domingo, porque los domingos les daba capacitación a los instructores y los sábados ellos estudiaban. Nosotros sólo descansábamos un día y viajábamos por todo el Estado, ya que éramos un equipo muy sólido de profesionales pedagogos, psicólogos que trabajábamos en toda la parte académica. Ahí fue mi gran escuela, ya que me vi obligada a entender esas infancias distintas, esas infancias que tienen las mejillas rojas y partidas de tierra, que son niños que llegan a veces a la escuela con la gallina en el brazo por qué no la quieren dejar porque la pican mucho las otras gallinas, también llegan con el hermanito con síndrome de Down para no dejarlo sin ir a la escuela, y el instructor los acepta. En esas escuelas multigrado aprendí como se aprende, como el qué hacer para promover el aprendizaje, ya que nos hacíamos continuamente esas preguntas, surgiendo el gran tema para mí, como lo es la escritura. Y claro, también el sujeto, las niñas y los niños, para tratar de entender la infancia, todo lo que les pasa, sus sueños. Tenemos un sueño fabuloso de una niña flaquita menudita que decía «Mi sueño es que yo un día regrese de Estados Unidos, bien gorda y me baje de una camioneta tan llena de regalos para todos». ¡Desde entonces me dedico a recopilar sueños, lo sigo haciendo todavía!

¿Cuál es tu experiencia y motivación en la actualidad para seguir trabajando en este campo de investigación?

El haber comenzado en el CONAFE de Michoacán, CONAFE Jalisco, además en el Centro de Cooperación Regional Latinoamericano, CREFAL, realizando trabajos en América Latina, que me llevó a conocer distintos países, distintas realidades, también rurales, como el Alto de Bolivia, en Ecuador y también en El Salvador, que son también realidades muy complicadas, con dinámicas difíciles en términos de la exclusión y la discriminación que hoy prevalece. Esto me llevó a tratar de contribuir, aportando a la comprensión del fenómeno en sentido amplio, también con propuestas y también abrir espacios a lo que nosotros le llamamos la construcción de autorías, que no solo escribe el investigador, que escriban los profesores, las profesoras, que escriban las niñas, los niños y los adolescentes. Nosotros queremos que ellos tengan su voz. Entonces eso me ha llevado a mantenerme en este campo, mi tesis de doctorado se enfocó a la construcción de la identidad del educador, de personas jóvenes y adultas, que no es un educador, es como en el CONAFE; en la maestría trabajé la construcción identitaria del instructor comunitario, por

lo que trabajo siempre además en colectivo, no solo con mis colegas del cuerpo académico, ahora en la universidad, que eso es muy importante, sino también con estudiantes de maestría, de doctorado, de licenciatura, porque esto nos nutre ya que son ideas frescas, innovadoras que me mantiene trabajando en este tipo de investigaciones.

¿Cuál es tu proyecto o línea de investigación en particular?

Bueno tenemos varias líneas de investigación y la principal es alrededor de la infancia y la adolescencia, el aprendizaje y aspectos subjetivos. Por ejemplo, la identificación de talentos, pero también emociones y sentimientos. Estudiar por qué los niños están muy alegres o por qué se ponen tristes, por qué no quieren aprender en la escuela, aunque sean capaces, por qué no se quieren juntar con otros niños, por qué le responden al maestro. También esa dimensión más subjetiva, para tratar de entender la infancia, en todas sus dimensiones y a la adolescencia. Tenemos otra línea de interculturalidad, de la necesidad de trabajar entre culturas.

Por ejemplo, aquí en Morelia hay una colonia nahua y hemos trabajado con esta infancia nahua.

Bueno, comenzamos a trabajar en Arantepacua en la Meseta Purépecha, tratando de entender qué pasaba en torno a la producción escrita y cómo entendían los maestros la interculturalidad, cómo entendían la apuesta de una educación bilingüe intercultural, qué tanto era bilingüe, qué tanto era en purépecha y en español, generamos una serie de materiales y los convocamos a escribir a los maestros, porque realmente también si uno no es modelo de lector y escritor para sus estudiantes, es muy difícil que los estudiantes lean y escriban, se tiene que convocar con el ejemplo y de ahí generamos todo un vínculo. Una colega que ahora es la líder de nuestro cuerpo académico, la doctora Lourdes Vargas, que hizo su tesis doctoral en Arantepacua, realizando investigación de cómo viven las familias, desde la perspectiva de la educación bilingüe intercultural. Después hemos seguido trabajando con jornaleros agrícolas migrantes en comunidades de llegada y de expulsión, que nosotros le llamamos así, es toda la zona de Zipiajo del municipio de Coe-



neo y de igual modo en Ichan Tacuro, que son comunidades que viajan con todas las familias a trabajar en la venta de artesanía y también en el campo, instalándose en campamentos de familias puré-
pechas.

Como se genera una escuela temporal para estos niñas y niños, los estudios son dirigidos a cómo potenciar esa educación, partiendo de una mirada desde los Derechos Humanos de la inclusión y del derecho a la educación, cómo potenciar que realmente se acceda a ese derecho que está siendo conculcado por las condiciones de pobreza y exclusión.

Lo más interesante en este trabajo, es que, al involucrar a estudiantes los formamos también en la interculturalidad, en el respeto por los derechos, en asumir esa perspectiva de derechos desde la psicología, ver fenómenos psicosociales y educativos con otros lentes, con otra mirada; algunos se interesan por el campo y generan sus tesis, de distintos temas, por ejemplo el desarrollo psico-sexual en estas niñas y niños; otros se interesan por procesos metacognitivos, en cuestiones cognitivas en la lectura; y sobre aspectos más afectivos y emocionales con los maestros. Trabajamos la línea de escritura todo el tiempo, con niñas, niños, adolescentes, maestros, estudiantes y nosotras mismas escribimos. Deberíamos de publicar más, pero es un proceso avasallante y complicado que es lograr que todos escribamos. Un resultado de este trabajo es haber encontrado niñas y niños, y también los maestros, que comienzan a ver a la escuela de otro modo, con otros lentes.

Eres parte del Programa de Lectura Científica en Michoacán ¿cuál ha sido el objetivo de este programa y sus avances en los últimos años?

Participo en este programa desde hace unos diez años, es una colaboración que realizo como investigadora en varias fases del programa, que coordina el ahora Instituto de Ciencia Tecnología e Innovación que comenzamos desde que eran COECyT o CECTI, que desde hace varios años promueven que se lean textos de divulgación, pero también



promueven la escritura de textos de divulgación con investigadores que están en distintos temas, nos convocan a escribir textos de divulgación y con éstos se arma un cuadernillo. Participo tanto en la evaluación de los textos de divulgación como en la capacitación de los docentes

en el Estado para cómo leer este tipo de textos, que tienen una estructura distinta con una micro y una macroestructura al nivel del párrafo, al nivel de cómo están acomodados qué hace que se lean de otro modo y hay que enseñar a los maestros cómo leer de este otro modo. En este programa hemos diseñado y modificando poco a poco diversos talleres con autores, por ejemplo, han participado de la UNAM, en los que se aportan ideas de cómo escribir y manejar los textos, pero también a partir de lo que nos dicta la literatura y la experiencia. Parte de este programa es también convocar a los maestros de educación básica a ser autores.

Finalmente ¿Podrías comentarnos el trabajo de traducción de textos de divulgación científica que se hace en el Programa de Lectura Científica, a otras lenguas?

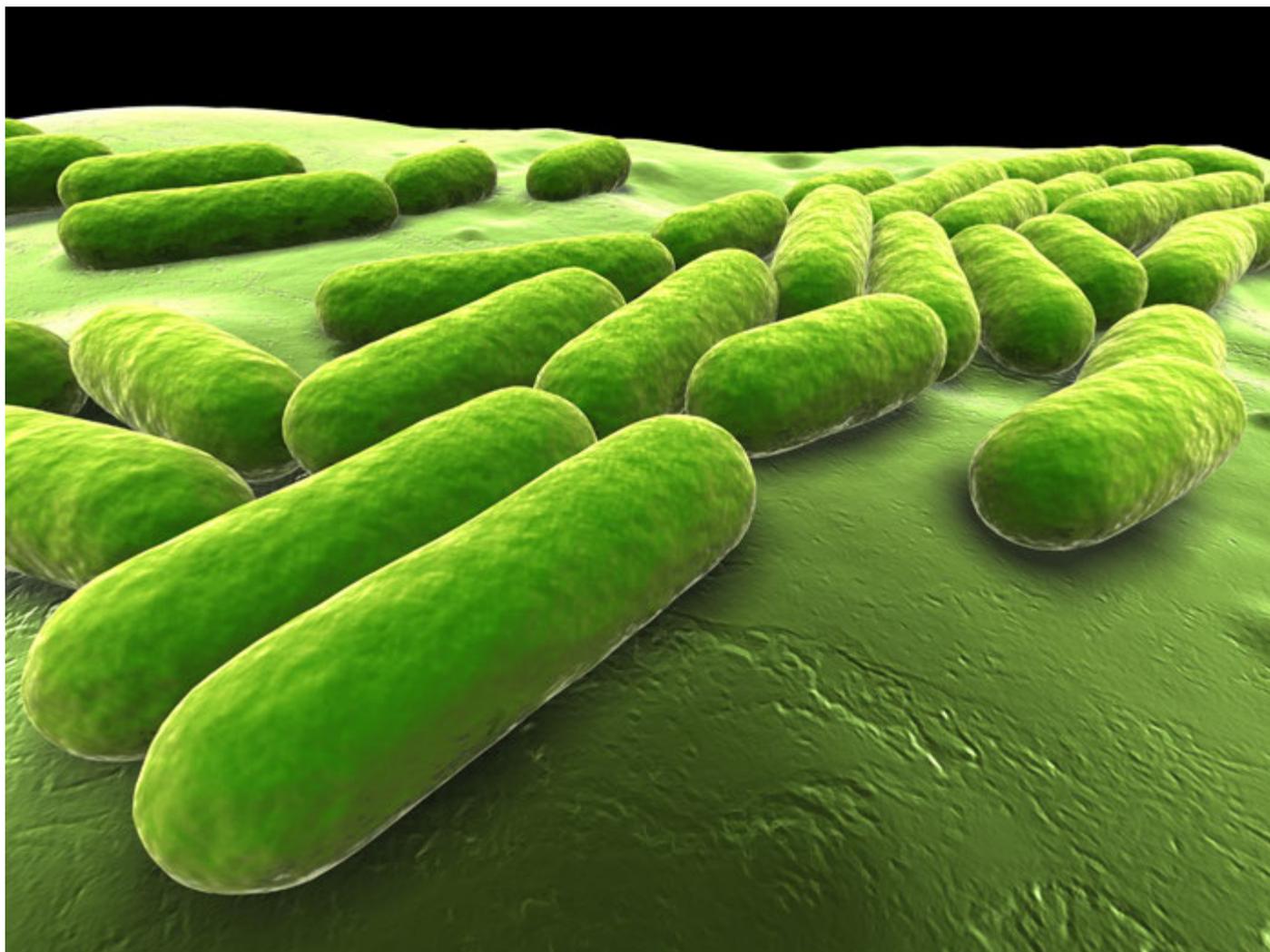
Se están traduciendo los cuadernillos de este programa a diferentes lenguas, por la labor que hace la Secretaría de Educación Pública y de Educación Indígena, en particular por el maestro Néstor Dimas que ha coordinado un equipo para la traducción al purépecha, y también ahora se está intentando la traducción al náhuatl. La traducción al purépecha es muy bueno, porque esta lengua es oral, hay pocas prácticas de escritura en purépecha, poco material para leer en el aula, por lo que se lee y escribe poco en purépecha, esto tiene que ver con que no hay que leer. Además, es una lengua que se está construyendo para la escritura, se están generando los acuerdos básicos. El náhuatl sí tiene ya una normativa en la escritura, por lo que tiene más tiempo escribiéndose, y yo creo...

«que esto es muy bueno, porque hacemos que vivan las lenguas y que vivan éstas, en la ciencia»

ARTÍCULO

Una bacteria “mala” que también es “buena”

Omar González López



M. en C. Omar González López, estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas de la Opción en Biología Experimental, adscrito al Laboratorio de Control Traduccional del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
omargon86@gmail.com

Cuando escuchamos el término “bacteria” sabemos que se refiere a organismos microscópicos que tienen como característica general que no cuentan con un núcleo que contenga el material genético. Estos microorganismos han sido ampliamente estudiados, pero el conocimiento general se ha centrado casi exclusivamente a los efectos negativos que producen en los seres vivos, como son las enfermedades que producen. Pero las bacterias también pueden ser usadas para obtener un beneficio. Por lo que para su estudio comúnmente se han separado en dos tipos: las patógenas o “malas” como aquellas que son responsables de

causar enfermedades; y las benéficas o “buenas” como las utilizadas en la industria alimenticia para la elaboración de cerveza, bebidas y productos lácteos. Aquí te presento ejemplos muy claros de las bacterias “buenas”.

Bacterias en la industria alimenticia

En el sector de elaboración de alimentos es quizá donde más requerimos de la ayuda de microorganismos como las bacterias para transformar las materias primas en productos alimenticios, por ejemplo: los productos fermentados como yogurt, vinos y quesos. Estos microorganismos son sumamente importantes para diversificar y enriquecer la alimentación de la población, ya que pueden mejorar las propiedades alimenticias, el sabor o prolongar el tiempo de almacenamiento. Pero también es un área delicada cuando estos productos alimenticios se han contaminado con bacterias indeseadas, provocando la descomposición de los alimentos o produciendo sustancias tóxicas que al ser ingeridas provocan daño.

Importancia en el área clínica

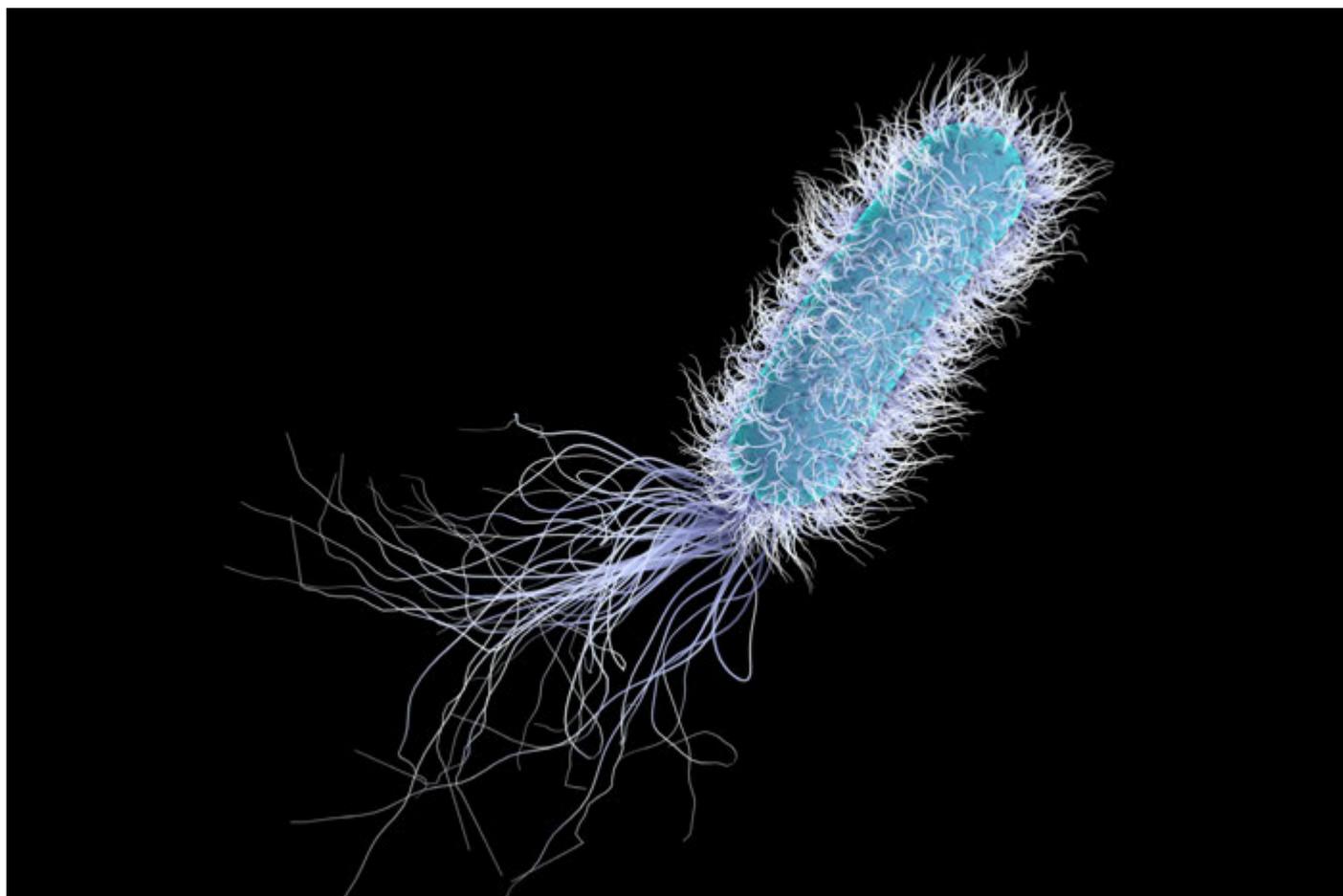
En el área clínica se han realizado un sinnúmero de investigaciones de los daños provocados por bacterias causantes de enfermedades y como combatir-

las o contrarrestar los efectos dañinos provocados. Algunas de las enfermedades más importantes por su importancia epidemiológica podemos mencionar a la tuberculosis, neumonía, meningitis, gonorrea, cólera, infecciones intestinales, entre muchas otras. Pero también se emplean bacterias con efectos positivos sobre la salud, como lo es el uso de probióticos que mejoran el funcionamiento intestinal, protegen las mucosas intestinales, previenen infecciones urinarias o ayudan a fortalecer el sistema inmune.

También se pueden usar para aislar compuestos benéficos como los diferentes antibióticos producidos por bacterias que se han empleado para combatir enfermedades causadas por otras bacterias y hongos. Aunque lamentablemente se ha abusado del uso de los antibióticos y actualmente esto ha provocado organismos resistentes a los antibióticos más empleados, aún se buscan nuevos antibióticos y otros tipos de compuestos efectivos que las bacterias pueden brindarnos.

Uso de bacterias en el cuidado del medio ambiente

Parece raro asociar el cuidado del medio ambiente con el uso de bacterias, ya que se les considera como contaminantes del ambiente, pero al





estudiar ciertas propiedades especiales, se pueden aplicar de forma muy interesante. Por ejemplo, se están empleando bacterias capaces de producir bioplásticos que tienen la ventaja de auto degradarse en un tiempo mucho menor que su contraparte, como lo son los plásticos sintéticos, que incluso tardan cientos de años en degradarse.

Otros microorganismos se han estudiado por su capacidad de degradar compuestos contaminantes que usan como fuente de alimentación, como los generados en derrames de petróleo y otros compuestos tóxicos generados por prácticas industriales, que contaminan suelos y aguas. De esta manera, las bacterias potencialmente pueden remediar los daños causados al medio ambiente, que son muy difíciles de limpiar por otros métodos.

Empleo de bacterias en el área agrícola

Las bacterias conocidas como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR, por sus siglas en inglés) se han usado ampliamente en diversos cultivos para favorecer el crecimiento de plantas e incrementar la producción de alimentos. Estas bacterias son obtenidas del por suelo presentar propiedades como la fijación de nitrógeno, la producción de hormonas vegetales y otros compuestos favorables para el crecimiento de plantas,

y algunas especies son capaces de eliminar otros microorganismos patógenos causantes de enfermedades en raíz, hojas, tallos, flores y frutos. Este tipo de bacterias PGPR son útiles para aumentar la producción agrícola y se buscan debido a que tienen grandes ventajas en el medio ambiente, a diferencia del impacto negativo que causa el uso excesivo de agroquímicos fertilizantes y plaguicidas. Actualmente se continúan aislando y estudiando bacterias desconocidas y su posible aplicación por esta razón, en diferentes y muy variados ámbitos... Entonces

¿Es un buen sistema clasificar a las bacterias en buenas o malas?

Como se mencionó anteriormente, las bacterias se pueden separar en "buenas" o "malas"; pero no siempre se cumple con esta clasificación, un ejemplo de esto es la bacteria *Pseudomonas aeruginosa*, que se conoce por ser un agente patógeno o sea que causa enfermedades como infecciones en pacientes con cáncer, trasplantados, quemados y fibrosis cística, y que en años recientes ha atraído la atención como agente causal de infecciones hospitalarias resistentes a múltiples antibióticos, que también se les ha llamado "super bacterias".

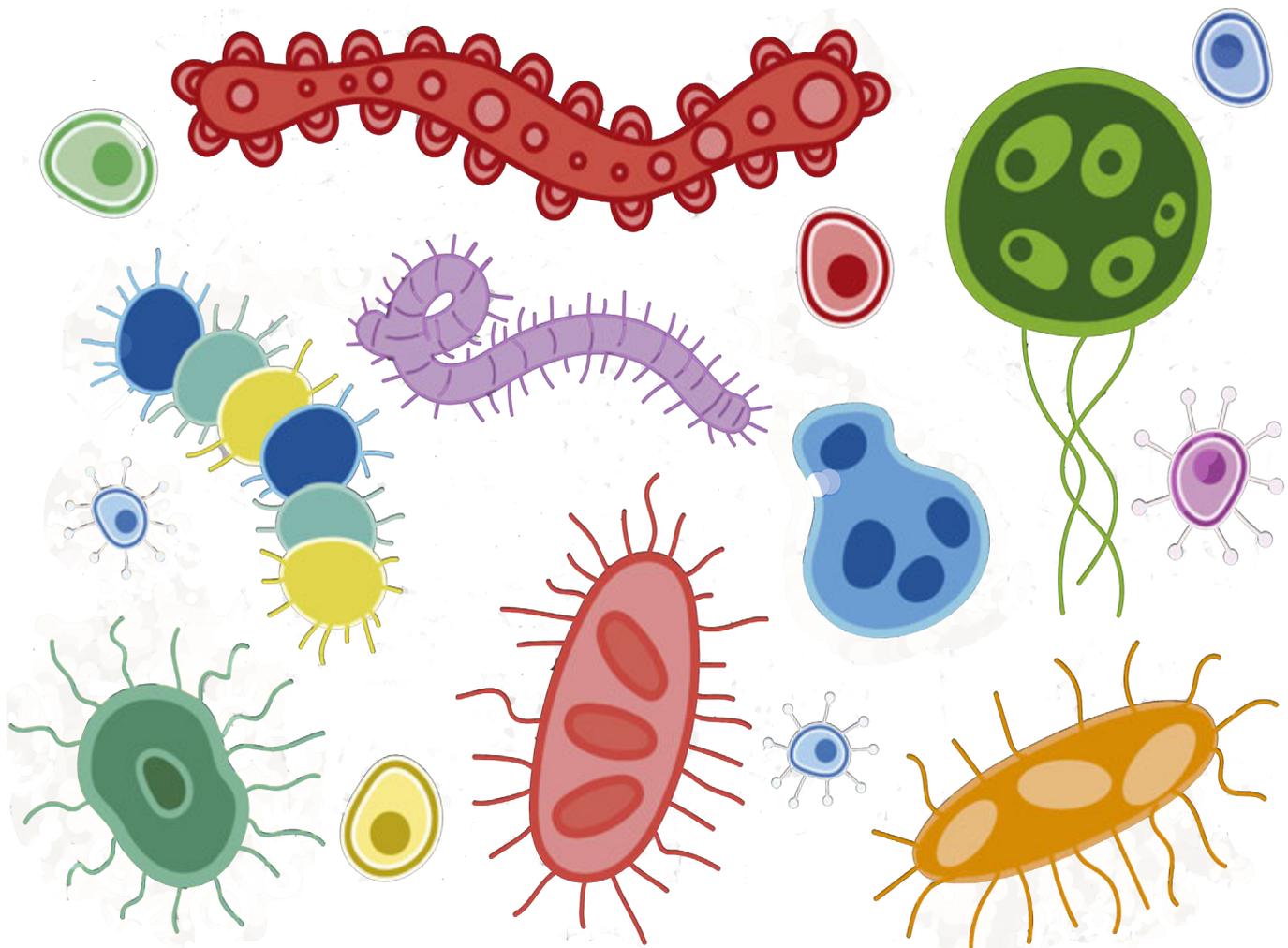
Sin embargo, compuestos producidos por esta bacteria, conocidos como ciclodipeptidos, in-

ducen el crecimiento y desarrollo de plantas, promoviendo un mayor crecimiento por un mecanismo en el cual parecen sustituir a las hormonas naturales de plantas como son las auxinas, por lo que se podrían usar a nivel agronómico para generar cultivos con un mayor rendimiento. Estas moléculas pueden tener un papel importante para obtener una mejoría en el número y calidad de productos vegetales, necesarios para alimentar a toda la población. Además de esta propiedad, los ciclodipéptidos poseen actividad anticancerígena.

La bacteria *P. aeruginosa*, también es capaz de producir una gran variedad de compuestos

como pigmentos, bactericidas y una variedad de enzimas, con un alto potencial útil para el ser humano. Entonces, el estudio extensivo de los organismos, incluso aquellos que consideramos nocivos nos puede llevar a descubrir compuestos y propiedades de éstos que son benéficas en las distintas áreas del conocimiento. Este microorganismo es un claro ejemplo de que no cumple con la clasificación que expliqué antes...

**¿es una bacteria "buena"? O
¿es una bacteria "mala"?**



SaberMás 

Daza-Pérez, R.M (1998). Resistencia bacteriana a antimicrobianos: su importancia en la toma de decisiones en la práctica diaria. Información Terapéutica del Sistema Nacional de Salud, 22(3): 57-67. <https://www.mscbs.gob.es/biblioPublic/publicaciones/docs/bacterias.pdf>

Renneberg, R. (2008). Biotecnología para principiantes. Capítulo 1: Cerveza, pan, queso-suculenta

biotecnología. Editorial Reverté S.A., pp. 1-23. <https://vdocuments.mx/biotecnologia-para-principiantes-reinhard-renneberg.html>

Ortiz-Castro, R., Campos-García, J. y López-Bucio, J. (2012). Comunicación planta-bacteria basada en ciclodipéptidos de origen microbiano con actividad auxínica. Ciencia Nicolaita, 56:59-74 <https://www.cic.cn.umich.mx/index.php/cn/article/view/110>

ARTÍCULO

México y Filipinas: Un pasado común que no debe olvidarse

Amalia Ramírez Garayzar



Amalia Ramírez Garayzar, Doctora en Historia es Profesora investigadora de tiempo completo, Titular A, adscrita al Programa Académico de Arte y Patrimonio Cultural de la Universidad Intercultural Indígena de Michoacán.
amalia_ramirez@uiim.edu.mx

En el presente, tanto en México como en Filipinas, se sabe muy poco de las relaciones culturales que compartimos desde hace siglos a partir de una historia que nos vinculó y que, si continuamos explorando, nos permitirá entender mejor el origen tan diverso de nuestras tradiciones e identidad.

En el origen, fue el Galeón

La China Poblana no sería un símbolo tan importante de identidad nacional si no hubiera existido el Galeón de Manila, también conocido como la Nao de China, vínculo intercontinental de la época colonial; en otras palabras, este símbolo tan mexicano no es de raíz mesoamericana o española, sino asiática.

Se conoce como Galeón de Manila a lo que en realidad era un sistema comercial muy complejo que transportaba por barco mercancías de un puerto en Asia (Manila, Filipinas) a uno en América (Acapulco, México) y viceversa. Ambos países eran parte del imperio español.

Dicho esquema era un negocio de la Corona Española que a su vez permitió la participación de comerciantes de varios países, pero principalmente españoles y mexicanos; esto ocurrió durante un lapso de 250 años, del siglo XVI al XIX cuando México era el virreinato de la Nueva España. El último viaje del Galeón ocurrió en 1815, debido al reclamo de independencia del país.

Puede decirse que los gustos de la sociedad novohispana fueron modelados por la Nao.

A Acapulco llegaba ese inmenso barco cargado de especias y de artículos, principalmente textiles de seda y algodón de muchos puntos de Asia, que se almacenaban a lo largo del año en Manila, en espera del tiempo adecuado para zarpar, pues la navegación de la época implicaba varios meses de travesía. En su viaje hacia el archipiélago filipino, el galeón llevaba principalmente plata con la que se pagaban las mercancías, así como otros objetos españoles y mexicanos. Esto hizo que se conectaran gustos, ideas y personas, pues evidentemente también había viajeros que con gran diversidad de motivos se desplazaban de un continente a otro, asentándose y adaptándose a una nueva tierra.

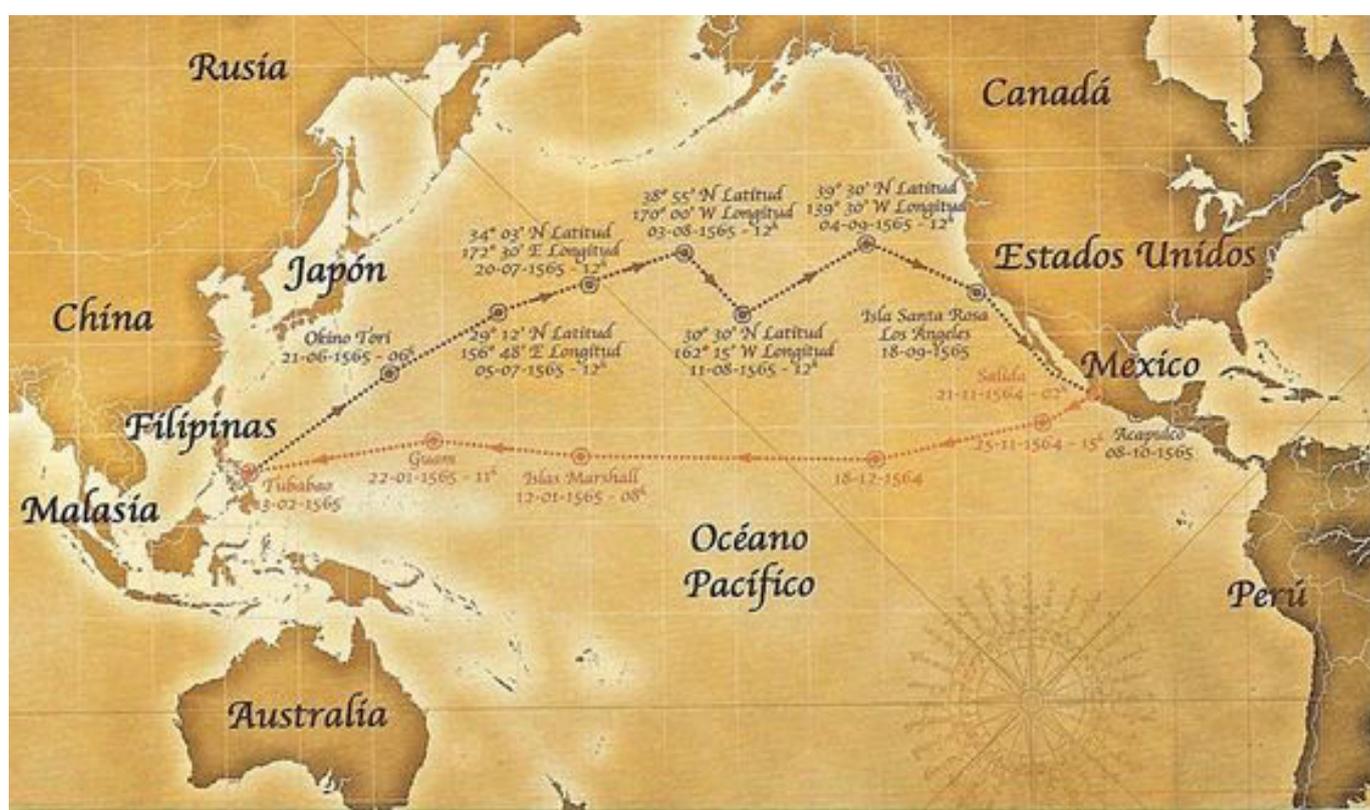
¿Cómo se investiga el pasado y el presente del vínculo entre México y Filipinas?

Para investigar esta historia poco conocida por la mayoría de los mexicanos, los historiadores analizan miles de documentos que provienen por un lado de los administradores, los comerciantes, las aduanas de esa época y que nos permiten saber las características de la actividad comercial y oficial del galeón. Pero, hay otras fuentes que nos permiten saber qué características tenía la población colonial, por ejemplo cuando declaraban su lugar de nacimiento y oficio en las actas de matrimonio, los testamentos o los juicios.

Mediante ese tipo de testimonios hemos podido saber, por ejemplo, que hubo pequeños comerciantes filipinos que recorrían el occidente de México vendiendo diversos artículos asiáticos, entre los cuales había ropa hecha en Filipinas.

También nos enteramos de que la tropa real que resguardaba los intereses del monarca español en aquellas islas, estaba conformada principalmente por mexicanos, muchos de los cuales fueron enviados a estas lejanísimas tierras como castigo por alguna falta cometida en México. Después de su tiempo de servicio, la mayor parte de ellos decidió permanecer en el territorio; seguramente se casaron y tuvieron hijos.

Esa documentación que da cuenta de los procesos migratorios entre los dos continentes, se confirma con la investigación de científicos del





genoma humano, quienes han descubierto que los mexicanos tenemos antepasados de diverso origen, que no sólo fueron de origen americano y europeo como se suponía, sino que muchos de nosotros tenemos una herencia genética africana y también asiática, producto del proceso colonial en las Américas y en México en particular. En otras palabras: muchos mexicanos descendemos de los esclavos que fueron transportados desde África y Asia para trabajar forzosamente, aunque en el caso de los asiáticos, sabemos que hubo migración voluntaria, simplemente buscando un nuevo horizonte en la antigua Nueva España.

En el estado mexicano de Guerrero (en el que se localiza el puerto de Acapulco) es donde mayor traza genética hay de ascendencia asiática (específicamente de Filipinas e Indonesia), lo cual es con-

gruente con el dato histórico, en tanto que Acapulco fue el punto de desembarco del galeón en el que además de lo ya mencionado, merece señalarse que también nos llegaron especies vegetales que se aclimataron y ahora forman parte de nuestro paisaje y de nuestra dieta. El arroz, la palma de coco, el plátano y el tamarindo, son algunos de estos regalos de Asia.

Finalmente, la Antropología, que estudia los aspectos materiales y simbólicos de las culturas, pero también las compara para encontrar similitudes y diferencias por medio de la investigación etnográfica, nos provee información que indica que hay prácticas humanas, técnicas de cultivo y manufactura, así como símbolos muy similares entre poblaciones de Filipinas y México que se mantienen hasta el presente.

Alimentos y textiles, ejemplos del intercambio transpacífico

No basta con transportar una planta, sino que para introducirla con éxito en un nuevo ambiente se debe conocer la forma de cultivarla y cuidarla, además de su preparación para el consumo humano, para lo cual se requiere la presencia del experto y que éste entre en comunicación con las poblaciones nativas que en un proceso de aprendizaje van conociendo sus características y procesos de preparación.

Eso sucedió con el cultivo de la palma de coco (*Cocos nucifera*), de la que se obtienen muchos productos no sólo alimenticios, sino maderables y fibras. Fueron filipinos los que empezaron a cultivarla en las zonas costeras del Occidente de México y quienes realizaron la transferencia tecnológica que ha permitido que en el presente continúe aprovechándose. La tuba, bebida refrescante obtenida de la palma de coco, de gran consumo en el estado de Colima (y también en Filipinas), es un ejemplo de lo anterior.

Sostenemos que lo mismo ocurrió con algunos textiles hechos a mano, a partir de la comparación de técnicas de trabajo que se practican en los dos países y que nos llevan a trazar posibles rutas de transferencia tecnológica, pero aquí en los dos sentidos: hay algunas técnicas de teñido de probable origen filipino o asiático que se practican en México, y también encontramos algunos ejemplos de técnicas mexicanas de preparación del hilo aplicadas en textiles de Filipinas. Esto pudo aprenderse a partir de la transmisión de conocimientos en

la misma generación (de adulto a adulto) o entre generaciones, de adulto a joven, como muchas técnicas artesanales se transmiten: de padres a hijos.

En la gastronomía de Filipinas el aceite de achiote (*Bixa orellana*) es básico, es común el consumo de tamales e incluso en algunas regiones como Ilocos, al noroeste de la isla de Luzón, un plato festivo importante es el pipián, que allá se condimenta con epazote (*Dysphania ambrosioides*). Sobra decir que estos productos fueron llevados desde México y con probabilidad introducidos por mexicanos allá.

¡El impacto cultural de la Nao al paso de los siglos se sigue percibiendo!

Su éxito estuvo sujeto a las condiciones bio-geográficas y sociales de cada región, pero creemos que el cuidado e interés de su adaptación, estuvo ligado a las preferencias no sólo de índole comercial sino cultural de los usuarios, como parte de la región de la que provenían y querían conservar en su tierra de acogida.

Todo lo anterior se integra para plantear con mayor grado de certeza que las relaciones históricas que se dieron hace varios siglos, dejaron huella en las sociedades y sus culturas, de tal forma que hubo un proceso de aculturación en unas regiones más que en otras y que esto estuvo relacionado con la presencia de filipinos en México y mexicanos en Filipinas.

La suma de investigaciones sobre esta poco conocida relación nos permitirá mirarnos mutuamente de una manera más cercana, como parientes con una historia que todavía tiene mucho que decir en los dos extremos del Océano Pacífico.



INAH TV. El Galeón de Manila [archivo de video]. https://www.youtube.com/watch?v=jQOHe_eBoXw

El Colegio de Michoacán A.C., PACMYC (2013). H. Ayuntamiento de Colima, Archivo Histórico Municipal de Colima (Producción). Paulina Machuca (Realización). Hacer tuba en México y Filipinas [archivo

de video]. <https://www.youtube.com/watch?v=dYjLGLxF1XM&t=1145>

Wade, L. (2018). El ADN del ser humano moderno revela historias olvidadas de América Latina. Science. <https://www.sciencemag.org/news/2018/04/el-adn-del-ser-humano-moderno-revela-historias-olvidadas-de-am-rica-latina>

ARTÍCULO

Las Micorrizas y sus vecinos del suelo: Una historia de amor y odio

Ricardo Aguilar Aguilar y Yazmín Carreón Abud



M.C. Ricardo Aguilar Aguilar, es estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias en la Opción de Conservación y Manejo de Recursos Naturales.
aguilaricardo@hotmail.com

D.C. Yazmín Carreón Abud, es profesora investigadora, ambos de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
ycabud@gmail.com

La historia de los hongos micorrícicos (HMA) y sus relaciones más estrechas con otros organismos que viven en el suelo, está plagada de emocionantes aventuras, bondades, maldad y ciencia, así como de sorprendentes beneficios para las plantas. Es por eso, que es una historia que merece ser contada, como una increíble historia de amor y de odio, a la luz de este tema lleno de maravillas.

Los protagonistas

Los HMA son microorganismos benéficos que habitan en el suelo y que se asocian con las raíces de las plantas, para promover el intercambio de nutrientes y mantenerlas saludables y vigorosas. A su vez, los hongos reciben "comida" de parte de la planta en forma de carbohidratos o azúcares, productos de su fotosíntesis.

La vecindad como escenario y sus actores

Estos hongos habitan en una vecindad, llamada rizósfera, que es el espacio próximo a la raíz, y que está constituido por un gran número de exudados que produce la planta, que son benéficos para los HMA y que a su vez conviven, además, con un conjunto de inquilinos que también habitan en el mismo lugar, a los cuales también brindan ayuda en forma de moléculas, que son ricas en energía y compuestos orgánicos, listos para ser también la "comida" de dichos inquilinos.

Uno de los principales habitantes que convive con los HMA son las bacterias, que a su vez ayudan a los hongos, estimulando la germinación de sus esporas, debido a los compuestos que ellas mismas producen, y que incluso pueden asociarse con la superficie de la espora de los hongos para encontrar un lugar en donde vivir.

Otras bacterias producen compuestos activos biológicamente, tales como vitaminas, antibióticos y reguladores de crecimiento. Esto es importante para la ecología de los HMA, debido a que, como ya

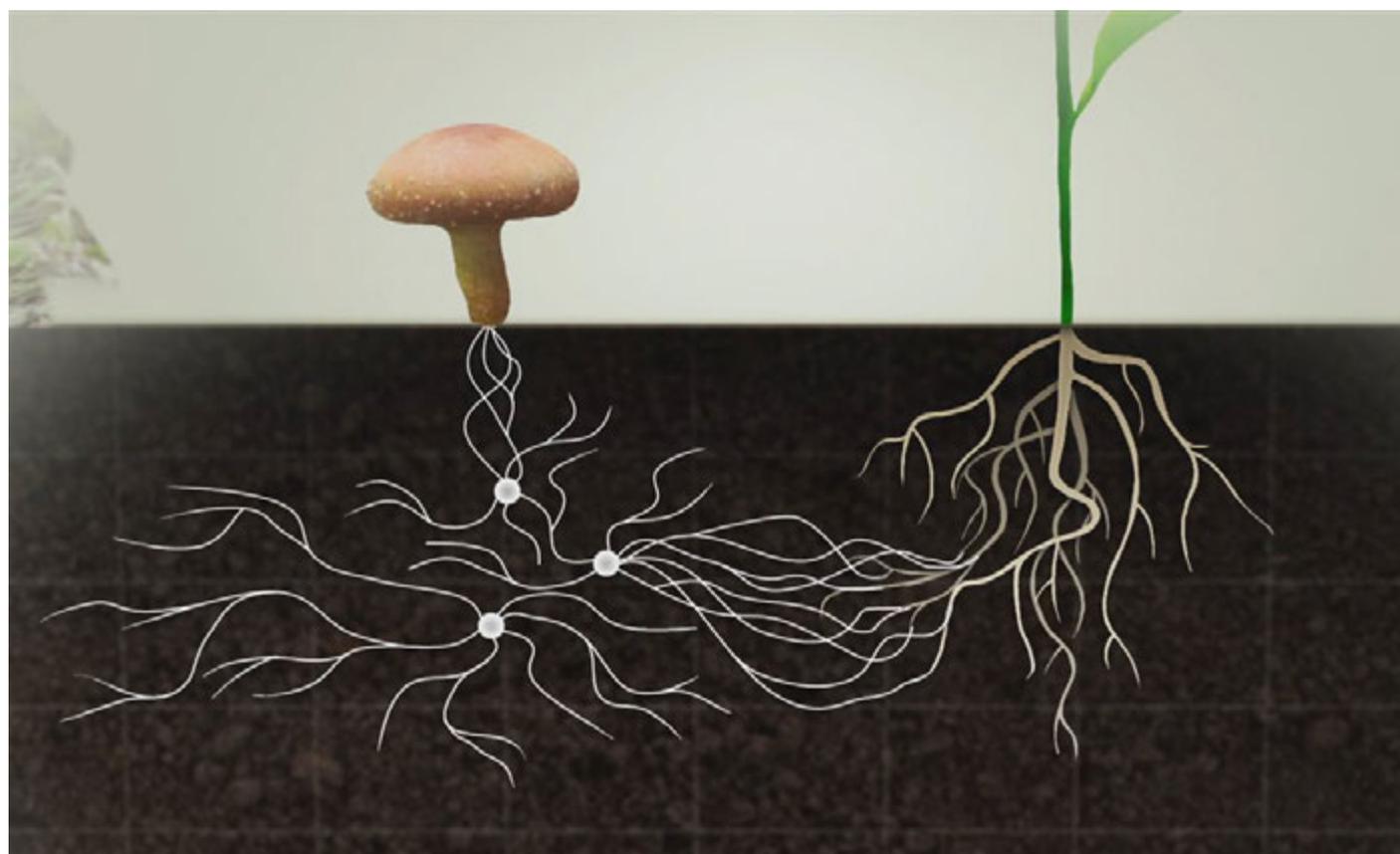
se mencionó, el crecimiento de sus hifas puede ser afectado por estos compuestos.

Las bacterias solubilizadoras de fósforo, pueden mejorar las condiciones de crecimiento de las plantas y simultáneamente con los HMA, pueden potencializar la captación del fósforo en suelos con deficiencia de ese elemento. Esto sería un ejemplo de historia de amor por la cooperación entre los microorganismos, como una relación benéfica, que cae en la fantasía secreta sobre la funcionalidad de los ecosistemas.

Así como conviven con bacterias del suelo, también conviven e interactúan con hongos saprófitos que pueden clasificarse dentro de otros grupos, pero su interacción con los HMA se enfoca desde el punto de vista del parasitismo o patogenicidad (relación negativa). Es un ejemplo de historia de odio, ya que los hongos saprófitos afectan la germinación de las esporas de los HMA, por lo que el porcentaje de germinación de sus esporas, decrece considerablemente.

Algunos hongos saprófitos producen etileno, un regulador de crecimiento capaz de estimular o inhibir el crecimiento de las hifas de los HMA, según sean sus concentraciones, altas o bajas respectivamente.

Otro tipo de interacción o convivencia se presenta con los actinomicetos que son un representante muy importante de la vecindad. Existen diversos reportes de que la germinación de las esporas aumenta cuando están presentes los actino-



micetos como vecinos de los HMA, debido a que producen una serie de compuesto volátiles. Así mismo, las levaduras del suelo son otros moradores muy importantes de la rizósfera, habitantes cercanos a los HMA, puesto que la mayoría de las levaduras del suelo son solubilizadoras de fósforo y pueden incrementar la toma del mismo por las plantas, de la misma manera que lo hacen las bacterias y algunos otros hongos saprófitos.

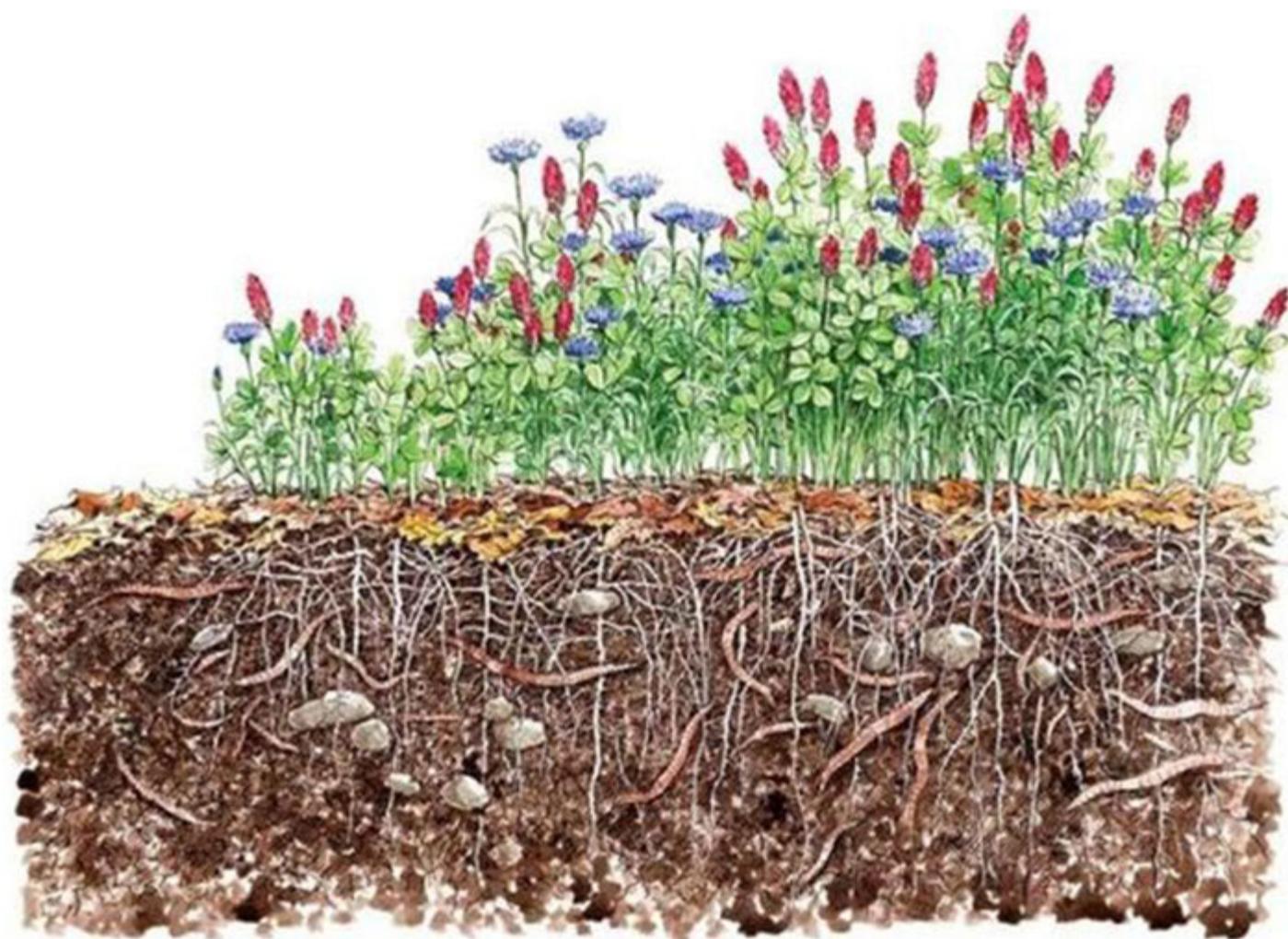
Pero no todo es de color de rosa ¡Historia solo de odio!

No siempre las interacciones de los HMA con sus vecinos más cercanos son benéficas, también existen los vecinos “incómodos, ruidosos y agresivos”, como son algunos hongos micoparásitos, que

atacan a las esporas y a las hifas de los HMA, y tienen relaciones negativas y dañinas con ellos. Son tan malévolos que realizan un ataque a los HMA, haciendo que se reduzca considerablemente la cantidad de propágulos o esporas, de estos hongos benéficos.

Otros aún son “más malos”, ya que pueden penetrar la pared de las esporas de los HMA, causando un rompimiento o lisis de ellas, y por lo tanto destruir la célula hospedera. Por si esto no fuera poco, puede finalmente llegar otro hongo perverso y vivir sobre la pared celular moribunda.

Increíble lo que sucede en la rizósfera entre los HMA y microorganismos vecinos... ¡Una historia de amor y odio!



Andrade-Torres A. (2010). Micorrizas: antigua interacción entre plantas y hongos. Ciencia, oct.-dic.:84-90. https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/61_4/PDF/11_MICORRIZAS.pdf

Sarabia-Ochoa M., Madrigal-Pedraza R., Martínez-Trujillo M. y Carreón-Abud Y. (2010). Plantas, hongos micorrízicos y bacterias: su compleja red de interacciones. Biológicas, 12(1):65-71.

https://www.academia.edu/12901051/Plantas_hongos_micorr%C3%ADzicos_y_bacterias_su_compleja_red_de_interacciones?auto=download

Carreón-Abud Y. (2013). Beneficios de los hongos micorrízicos arbusculares en la agricultura. Saber Más, 12:4-5. <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/articulos/90-numero-12/178-beneficios-de-los-hongos-micorrizicos-arbusculares-en-la-agricultura.html>

ARTÍCULO

Primero crezco y luego me defiendo

Ana Maria Huerta Olalde



Ana Maria Huerta Olalde, maestra en ciencias biológicas, estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, Opción Investigaciones Químico Biológicas, laboratorio de Biotecnología Vegetal del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Resulta increíble imaginar que una planta, organismo incapaz de desplazarse sea capaz de tomar una decisión de vida o muerte. Por un lado, invertir energía para poder llevar a cabo la consolidación de su crecimiento y desarrollo, y por otro, luchar contra sus innumerables enemigos para mantenerse con vida.

Quizás sea una simple frase para nosotros, pero no así para las plantas, ya que cuando un patógeno (bacterias, hongos, virus, insectos y herbívoros) o un tipo de estrés abiótico (alta o baja temperatura, inundación, sequía, alta irradiación solar, entre otros) las arremeten, éstas comprometen su crecimiento e incluso su reproducción.

Todos sabemos que las plantas son el sustento de la vida en nuestro planeta, sin ellas, los ecosis-

temas llegarían al colapso, no tendríamos alimento, peor aún peor, no tendríamos oxígeno. Situadas en la base de la cadena trófica, incapaces de desplazarse como nosotros, tienen la capacidad de tomar decisiones de vida o muerte.

En esta encrucijada, las plantas tienen la posibilidad de invertir su energía en crecer o defenderse, cuando una vía se activa, la otra se desactiva y viceversa, entonces ante este dilema...

¡Qué difícil decisión! ¿Vivir o morir?

Investigadores del Sainsbury Laboratory (Reino Unido) han determinado que en esta encrucijada, la balanza se inclina hacia el crecimiento, ignorando el ataque de patógenos. Esta decisión contradictoria no tiene sentido, seguir creciendo, perder la batalla y morir después, claro que suena lógico cuando la decisión es vivir o morir.

Como respuesta de defensa a sus muchos enemigos, las plantas cuentan con un arsenal de sustancias químicas como ácidos fenólicos, taninos, flavonoides, terpenos, alcaloides entre muchas más, que refuerzan las barreras físicas y químicas de la planta, con las que matan a su agresor, transforman el alimento en una amarga ilusión e incluso atraen depredadores de sus atacantes.

Pero esto no es así de simple ¡Oh, no! Las plantas además producen proteínas de defensa que le ayudan a reforzar las paredes celulares o que pueden matar atacantes como algunos hongos patógenos. Como podemos ver, defenderse es una tarea laboriosa para un organismo sésil, la fabricación de este arsenal de sustancias, implica un elevado costo energético y nutricional.

Es por eso la pregunta ¿Primero crezco y luego me defiendo?

Resulta increíblemente interesante que una planta, durante esta decisión, pueda primero, invertir energía para llevar a cabo las funciones vitales de las que depende su crecimiento y reproducción, y segundo, luchar contra sus innumerables enemigos para mantenerse con vida.

Aunque la mayoría de los animales, desde el insecto más pequeño hasta el mamífero más grande se alimentan de ellas, a las plantas se les da poca importancia ya que las consideran organismos aburridos, que solo sirven para alimentar a los animales, incluidos nosotros.

Mientras escribía este artículo, recordé mi primera clase de Biogeografía, un área de la biología que estudia la distribución de los seres vivos sobre la tierra y los procesos que la han originado. Después de la habitual presentación ante el grupo, el profesor preguntó a cada uno de los presentes hacia qué área de estudio enfocaríamos nuestra carrera, de inmediato noté la preferencia que éste tenía hacia el reino animal, especialmente hacia los peces. Como era de esperar, los que antecedieron a mí interrogatorio, enfocaron su atención al estudio de los animales, pero cuando hubo llegado mi turno, el profesor me miró e hizo la pregunta de rutina y al escuchar mi respuesta hizo una segunda pregunta "¿Por qué te gustan las plantas, no hacen nada, ni siquiera se mueven? Y en efecto las plantas son organismos carentes de extremidades por lo que están impedidas de desplazarse como nosotros y los demás animales, punto en el que coincidí con él. Aunque, los interesados en las plantas, bien sabemos que las plantas si tienen movimientos.



Sin embargo, el que no tengan la capacidad de desplazarse como nosotros, no quiere decir que no se muevan, es bien sabido que las plantas presentan diferentes tipos de movimientos como los tropismos y las nastias, que las hacen crecer hacia la luz del sol o trepar en árboles o cercas, solo como un ejemplo. El saber del poco interés por estos increíbles organismos, me llevó a dedicarme al estudio de las plantas e investigar su superioridad que tienen ante nosotros:

Sin ellas no existiría la vida en la tierra ya que son las productoras del oxígeno que respiramos, y además son la fuente directa de alimento para los herbívoros e indirecta para todos los organismos heterótrofos, situación nada favorable para ellas, ya que las hace susceptibles al ataque de innumerables enemigos, desde animales como insectos, aves y mamíferos, organismos microscópicos como hongos, virus y bacterias, que proliferan en su interior; pero además, hasta entre ellas mismas compiten por espacio y alimento, limitando así su desarrollo.

Planteado el panorama de esta manera, la planta ha de tomar una difícil decisión, destinar sus recursos para crecer o defenderse, ¿crezco y luego me defiendo o me defiendo y luego crezco? ¿Difícil decisión no?

En esta encrucijada, las plantas tienen la posibilidad de invertir su energía en crecer o defenderse, desafortunadamente para ellas, crecimiento y defensa son acciones que se contrarrestan, cuan-



do una de estas acciones se activa, la otra se desactiva, entonces ¿Qué hacer ante tal situación?

Cuando las plantas se ven afectadas por un enemigo o ante una condición extrema, éstas aumentan la producción de hormonas vegetales (fitohormonas o reguladores del crecimiento vegetal), que disparan una serie de respuestas celulares de defensa, destinadas a hacerle la vida más complicada a su agresor. Estos mecanismos análogos les permiten crecer y desarrollarse, ignorando el ataque de enemigos o en la competencias con sus congéneres.

Un grupo de investigadores de la Universidad de Michigan (Estados Unidos de América) del MSU-DOE Plant Research Laboratory, recientemente descubrieron que cuando una planta es sometida a condiciones extremas, la planta puede morir ya que hay un agotamiento del carbono, lo que también lleva a la pérdida en la producción de semillas, evitando su reproducción. Sin embargo, cada vez más hay nuevos conocimientos sobre los procesos metabólicos que inducen a una compensación del crecimiento o de defensa.

«De manera que tomar la decisión de defenderse o crecer no es cosa fácil y es una tarea complicada para un organismo sésil, y que algunos creen que no hace nada ¿o no?»

SaberMás

Qiang G., Yuki Y., Major I.T., Wang K., Sugimoto K., Kapali G., Havko N.E., Benning C. y Howe G.A. (2018). JAZ repressors of metabolic defense promote growth and reproductive fitness in Arabidopsis. PNAS, 115(45):E10768-E10777; <https://doi.org/10.1073/pnas.1811828115>

Camarena-Gutiérrez G. y de la Torre-Almaráz R. (2007). Resistencia sistémica adquirida en plantas: estado actual. Revista Chapingo. Serie Ciencias Fo-

restales y del Ambiente, 13(2), 157-162. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=629/62913209>

Sanzón-Gómez D. y Zavaleta-Mejía E. (2011). Respuesta de hipersensibilidad, una muerte celular programada para defenderse del ataque por fitopatógenos. Revista Mexicana de Fitopatología, 29(2), 154-164. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=612/61222864007>

ARTÍCULO DE PORTADA

Epigenética: La nueva herramienta para curar

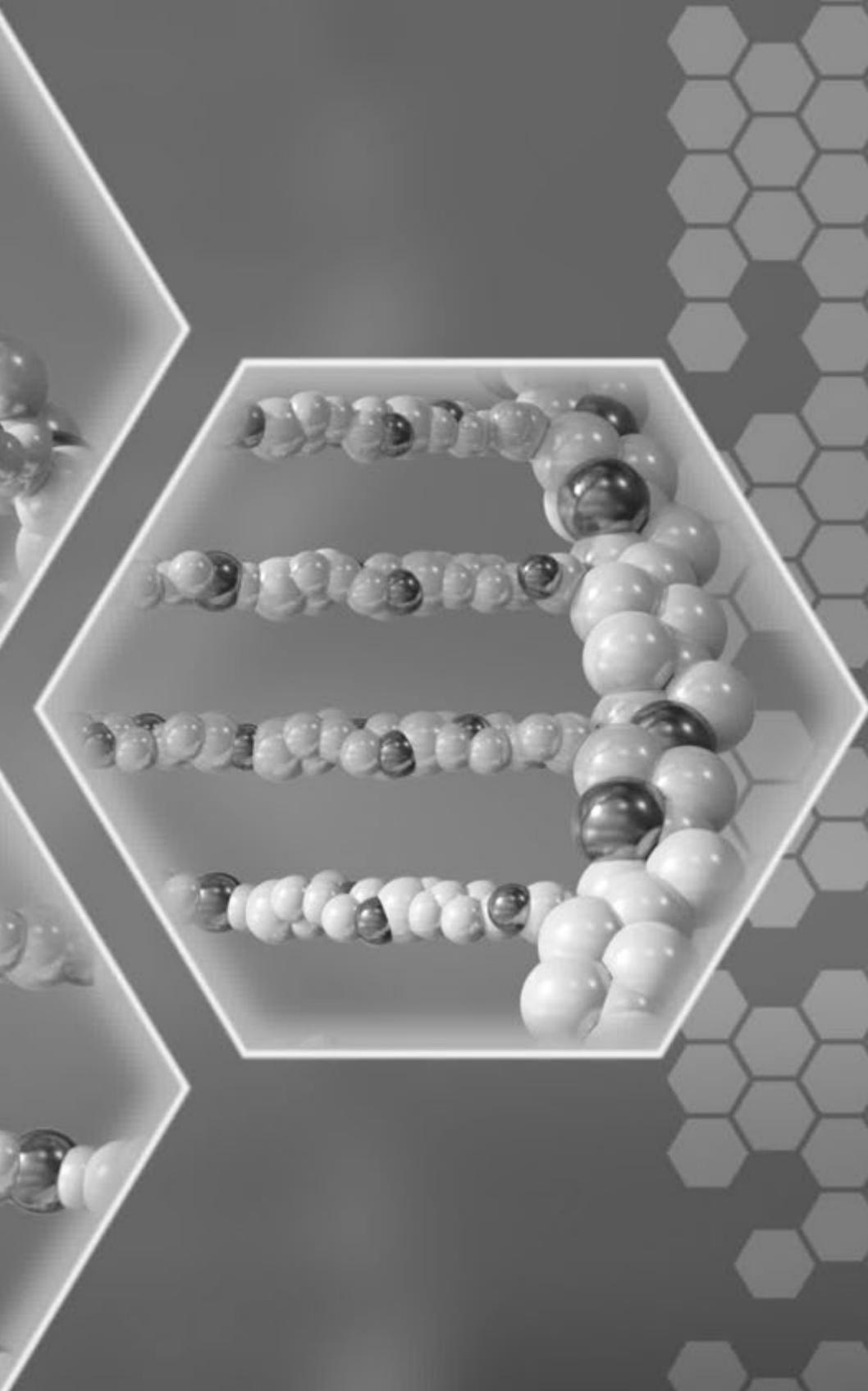
Marisol Báez Magaña



ACAAGATGCC
GCCTCCTGCT
CCGGGGCCAC
GCCCTGCCCC
CCCCACCGGC
AGCATATGCA
GGAATAAGGA
CCTGACTTTC

GTTTGAGTGG
CCAGTGCCGG
GGAGAGGAA
GGCCAGGCGG
CACCCCCCA
CGCCGGGACA
CAGGAACTTC
CCTTCTCCTC

ACCTCACCCA
GCAAGTTTAA
AAACAAGATG
CGGCCTCCTG
CTCCGGGGCC
CTGCCCTGCC
GGCCCCACCG
CGAGCATATG



La palabra epigenética fue acuñada por Conrad H. Waddington en 1957, para describir los fenómenos que no pueden ser explicados a través de la genética.

Pero ¿Qué es Epigenética?

La epigenética es uno de los puntos de control que presentan las células para funcionar adecuadamente, que juega un papel importante en el destino de las células, la tarea que van a desempeñar durante su vida (tipo celular), la reparación del ADN, el ciclo de vida, el aprovechamiento de los nutrientes, la respuesta al estrés y la adaptación a diferentes condiciones ambientales, entre otros eventos.

Existen diferentes niveles de regulación epigenética, éstos son inducidos por diferentes factores externos a los cuales se encuentra expuesto el individuo, como la temperatura, la luz los rayos ultravioleta (UV), la exposición a agentes químicos, patógenos, entre otros.

¿Qué mecanismos ocurren y cómo se regulan?

Primero, las modificaciones epigenéticas provocan que la hebra de ADN se "compacte" o se "relaje", dependiendo del caso, permitirá que los genes se "enciendan" o se "apaguen" y como consecuencia, podemos observar la aparición de enfermedades, la protección ante éstas o la adaptación a esos factores externos.

Son cinco niveles de regulación epigenética:

- 1) La metilación en el ADN, es decir la colocación de marcas químicas (grupos metilo) directamente sobre la hebra de ADN.
- 2) Modificaciones químicas en las histonas. Es importante recordar que en el núcleo de las células, la hebra de ADN se encuentra enrollada en proteínas llamadas histonas, como si la hebra de ADN fuera el hilo y las histonas el carrete. A las histonas se les pueden unir o quitar grupos químicos como es la metilación, acetilación, fosforilación, ubiquitinación, etc. Estos cambios junto con la metilación del ADN regulan el acceso a los genes, es decir que éstos ya sea se se expresen o no.
- 3) Igual que el ADN, el ARN es una cadena de ácidos nucleicos pero en lugar de tener la base nitrogenada Timina como el ADN, contiene Uracilo. Existen diferentes tipos de ARN los cuales tienen funciones distintas dentro de las células como la codificación, descodificación, expresión y regulación de los genes. En la regulación de la expresión de los genes, los ARN no codificantes como los micro ARN (19-24 nucleótidos de longitud) y ARN largos (≥ 200 nucleótidos), tienen una función importante. Una característica de estos ARN es que no se generan proteínas a partir de ellos, pero si pueden bloquear



o inducir la expresión de diferentes genes. También se ha observado que pueden ser heredados y ayudan a mantener las respuestas exacerbadas en los hijos cuando son sometidos al mismo estrés al que fueron expuestos sus padres.

4) En la arquitectura de la cromatina. Se sabe que la hebra de ADN y los elementos unidos a ella no se encuentran acomodados al azar dentro del núcleo de la célula, por el contrario, presentan un orden específico, y los cambios en su arquitectura han sido ligados a diferentes enfermedades crónicas, por ejemplo, la leucemia.

5) Enzimas modificadoras epigenéticas. Éstas son proteínas encargadas de poner o quitar las marcas químicas y existen tres tipos distintos de enzimas modificadoras, las que ponen la marca química (escritoras), las que interpretan la marca química para que tenga un efecto (lectoras) y las que quitan la marca química (borradoras) ya sea en la hebra de ADN o sobre las histonas, estos cambios son muy específicos, pero surge la pregunta...



¿Cómo la célula, dependiendo del estímulo, logra montar estas respuestas tan específicas?

Los cambios epigenéticos son reversibles, es decir, cuando el estímulo desaparece, la marca puede ser eliminada, o durante todo el ciclo de vida se requiere que ciertos grupos de genes se enciendan y otros se apaguen. Sin embargo, se han observado aberraciones en el marcaje epigenético, es decir, marcas químicas sobre el ADN o las histonas, en lugares en los que no deberían de estar presentes. Otro tipo de aberraciones son la producción exagerada de ARN no codificantes o la ausencia de éstos, lo que puede estar vinculado a fallas en la producción y la actividad de las enzimas modificadoras epigenéticas, inclusive, la combinación de diferentes niveles de regulación epigenética que pueden desencadenar enfermedades tan complejas de comprender como el cáncer.

La epigenética ¿es culpable de ciertas enfermedades?

Debido a que algunas marcas epigenéticas llegan a ser heredadas, ahora es posible comprender la aparición de diferentes enfermedades y su relación con los hábitos de vida y ambientes estresantes. Se ha observado que los hijos de padres que vivieron periodos prolongados y graves de desnu-

trición o un estrés psicológico, principalmente en la infancia o en la etapa adulta, son más propensos a sufrir problemas de obesidad, diabetes o enfermedades psiquiátricas. Si ¡hay enfermedades que se heredan! Aunque debo mencionar, que la mayoría de esta información se ha obtenido de los experimentos en ratones.

En los últimos 20 años se ha descrito en la literatura científica, la relación entre los cambios epigenéticos y su relación con ciertas enfermedades crónicas como los procesos inflamatorios, el cáncer, la artritis reumatoide, lupus eritematoso, esclerosis y enfermedades neurodegenerativas como el Parkinson e incluso en enfermedades psiquiátricas que llegan a ser heredables.

Todas estas enfermedades se caracterizan por la aparición de marcas epigenéticas aberrantes que provocan una expresión descontrolada de los genes y la pérdida de los puntos de control de la célula. Un ejemplo es la proteína escritora conocida como la ADN metiltransferasa 1 (DNMT1) encargada de poner marcas de metilación en la cadena de ADN, esta proteína juega un papel muy importante en el proceso de división celular. Sin embargo, su mal funcionamiento está relacionado con el desarrollo de ciertos tumores, Parkinson y cáncer. Aunque no es la única que puede fallar, se ha observado una relación entre diferentes enfermedades con

fallas en las enzimas escritoras, lectoras y borradoras epigenéticas.

Pero estos problemas en el marcaje epigenético también son provocados por muchos microorganismos que son capaces de inducir cambios epigenéticos en su hospedero, con la finalidad de manipular la expresión de los genes y la respuesta inmune de su hospedero o mimetizándose y así infectar de manera exitosa. En algunos casos se ha observado que algunas bacterias contienen proteínas muy parecidas a las enzimas epigenéticas del hospedero y de esta manera logran manipular el ambiente celular.

Quizá la información que se tiene hasta ahora no permite comprender completamente las enfermedades, sin embargo, se está intentando mejorar el diagnóstico de diferentes enfermedades, incluso antes de que se presenten los signos y síntomas, ya que los cambios epigenéticos pueden ser utilizados como marcadores moleculares en enfermedades que se caracterizan por ser difíciles de diagnosticar y tratar, ésta puede ser una herramienta alternativa prometedora.

La epigenética ¿puede curar ciertas enfermedades?

¡Así es! Con la terapia epigenética, basada en la utilización de fármacos para tratar o prevenir defectos epigenéticos, o en el tratamiento de algunos tipos de cáncer, si es utilizada en terapias combinadas, reducen la toxicidad de otros fármacos y potencian la actividad, ya que muchos de estos fármacos actúan en el bloqueo de las enzimas modificadoras epigenéticas. También los mi-

croARN se han considerado para ser utilizados en la terapia epigenética. Aunque es necesario aclarar, que una de las desventajas de la terapia epigenética es que puede impactar a un amplio rango de genes por lo que aún falta hacer más investigación.

Como ocurre normalmente cuando se requieren buscar nuevos agentes terapéuticos recurrimos a las plantas, ya que son varios los grupos de vegetales que han sido estudiados y en los cuales se han encontrado moléculas que son capaces de actuar como inhibidores de enzimas modificadoras epigenéticas principalmente escritoras como histonas acetiltransferasas (HAT) y borradoras como las histonas desacetilasas (HDAC).

Moléculas de plantas en terapias epigenéticas

Por ejemplo, el té verde contiene una molécula llamada (-)-Epigallocatequina galato, la cual se ha reportado que es capaz de inhibir la metilación en el ADN y la actividad de las HDAC; la coliflor, el brócoli, la col y otras plantas ricas en glucosinolatos como los isotiocianatos e indoles, actúan como inhibidores de las HDAC; la nuez de la india contiene un compuesto conocido como ácido anacárdico, capaz de inhibir la HAT; también se ha demostrado que el resveratrol de las uvas, tienen la propiedad de inducir la activación de las HAT; los compuestos organosulfurados presentes en las cebollas y ajos, y la quercetina de los cítricos y otros frutos, así como algunas hojas usadas en infusiones, incrementan la acetilación de las histonas.



También se han encontrado potentes modificadores epigenéticos en otras fuentes como el butirato, un ácido graso presente en la leche de vaca, con capacidad de inhibir las HDAC. Sin embargo, aún existen muchos vacíos de conocimiento sobre los mecanismos de acción y se desconoce si provocan efectos secundarios, la mayoría de este tipo de sustancias. Es necesario hacer más investigación, antes de que estas moléculas lleguen a ser aprobadas como fármacos efectivos.

Además de los productos vegetales, se han utilizado compuestos sintéticos en la terapia epigenética, algunos ya aprobados para su uso en humanos. El Vorinostat, Romidepsin, MGCD0103, Panobinostat, Belinostat y Entinostat, son los más usados en terapias combinadas contra diferentes tipos de cáncer.

¡La búsqueda de nuevos compuestos de origen natural y sintético aún continúa!

Debido a que son muchas las enfermedades relacionadas a las modificaciones epigenéticas y muchos los blancos biológicos, continúan las investigaciones encaminadas a la cura de este tipo de enfermedades por medio de la epigenética.

Sin embargo, comprender mejor como se presentan las enfermedades y sus orígenes, son una gran herramienta para buscar estrategias de prevención y cuidados. Sobre todo, entender que los cambios epigenéticos son mecanismos de adaptación que nos permiten adecuarnos a nuestro entorno y el llevar una vida saludable en todos los sentidos, nos ayudará a mantener nuestros mecanismos epigenéticos en equilibrio.



Marisol Báez Magaña

Doctora en Ciencias Biológicas, egresada del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). Durante sus estudios de posgrado analizó

los efectos epigenéticos e inmunomoduladores de un grupo de moléculas lipídicas únicas del aguacate, sobre un modelo infeccioso relacionado con la mastitis bovina, con la finalidad de comprender mejor la interacción hospedero patógeno desde

el punto de vista epigenético, además se describieron nuevas propiedades del aguacate como un modificador epigenético, que pueden ser aprovechadas en el tratamiento de otros tipos de enfermedades crónicas, la mayor parte de la investigación se realizó en el Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UMSNH.

solbaezz@gmail.com



Allis D.C., Jenuwein T. y Reinberg D. (2007). Overview and Concepts. *Epigenetics*, Chapter 3:23-40.

Majchrzak-Celińska A. y Baer-Dubowska W. (2017). Pharmacoeugenetics: an element of personalized therapy?. *Expert Opinion on Drug Metabolism and Toxicology*, 13(4):387-398.

DOI: 10.1080/17425255.2017.1260546.

Hamon M.A. y Cossart P. (2008.) Histone modifica-

tions and chromatin remodeling during bacterial infections. *Cell Host. Microbe*, 4(2):100-109.

Rajendran P., Ho E., Williams D.E. y Dashwood R.H. (2011). Dietary phytochemicals, HDAC inhibition, and DNA damage/repair defects in cancer cells. *Clin. Epigenetics [Internet]*, 3(1):4.

Prince H.M., Bishton M.J. y Harrison S.J. (2009). Clinical studies of histone deacetylase inhibitors. *Clinical Cancer Research*, 15(12):3958-3969.

ARTÍCULO

Hormonas en las plantas

Cindy Zacarías Conejo y José Fernando Covián Nares



Cindy Zacarías Conejo, Estudiante de Ingeniería Bioquímica. Instituto Tecnológico de Morelia. Tecnológico Nacional de México cindy_zc@outlook.com.

D.C. José Fernando Covián Nares, Profesor adscrito al Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. Instituto Tecnológico de Morelia. Tecnológico Nacional de México. covianf@itmorelia.edu.mx.

Desde la antigüedad, algunas culturas han utilizado extractos de plantas con la finalidad de favorecer el crecimiento de cultivos y la maduración de frutos; aunque cabe hacer notar que, en muchos casos, no se contaba con el conocimiento respecto a que sustancias presentes en el extracto, eran responsables de estos efectos tan benéficos para los agricultores, simplemente se aplicaban siguiendo el consejo de alguien más.

Con el avance de la ciencia y tecnología se ha logrado determinar que entre las sustancias presentes en extractos vegetales y que resultan bené-

ficas para estimular el crecimiento y desarrollo de los cultivos, se ubican las fitohormonas u hormonas vegetales.

El interés por el estudio de este tipo de sustancias ha sido tal, que hoy día, se ha logrado un progreso significativo en el conocimiento respecto a su origen en el interior de las plantas, así como las vías de comunicación que siguen para provocar los distintos efectos fisiológicos. El impacto logrado hasta el momento con su estudio va desde su aislamiento, caracterización y aplicación a nivel laboratorio, hasta su aplicación y demanda a nivel industrial.

El crecimiento y desarrollo de una planta es un proceso complejo, organizado y coordinado que depende de factores: hereditarios, metabólicos, ambientales y hormonales. Los índices de crecimiento y la diferenciación celular en diversas partes de la planta como hoja, raíz, tallo, etc., se coordinan en respuesta a los factores ambientales (como agua, nutrientes, luz solar y dióxido de carbono) y a la presencia de fitohormonas.

¿Qué son las fitohormonas u hormonas vegetales?

Son moléculas sintetizadas por células especializadas de las plantas y no en glándulas como en el caso de los mamíferos, que actúan como reguladores químicos de las mismas, también denominadas fitohormonas. Éstas se originan en lugares específicos de la planta y se desplazan a otros sitios para provocar algún efecto. Son capaces de regular de manera predominante efectos fisiológicos definidos y actúan dependientes de la concentración, aunque generalmente provocan un efecto a muy bajas concentraciones.

Este tipo de hormonas comprende tanto promotores como inhibidores del crecimiento y desarrollo, las cuales pueden actuar de manera coordinada o individual en el sitio de síntesis o en otra parte de la planta, de ahí su nombre de "Reguladores de Crecimiento Vegetal".

Actualmente, se han agrupado de acuerdo a su función en cinco grupos de fitohormonas: auxinas, citocininas, giberelinas, etileno y ácido abscísico, aunque también existen otras sustancias que



pueden clasificarse como fitohormonas como las poliaminas, jasmonatos, ácido salicílico, brasinosteroides, alcaloides, entre otras.

¿Qué funciones tienen algunas fitohormonas?

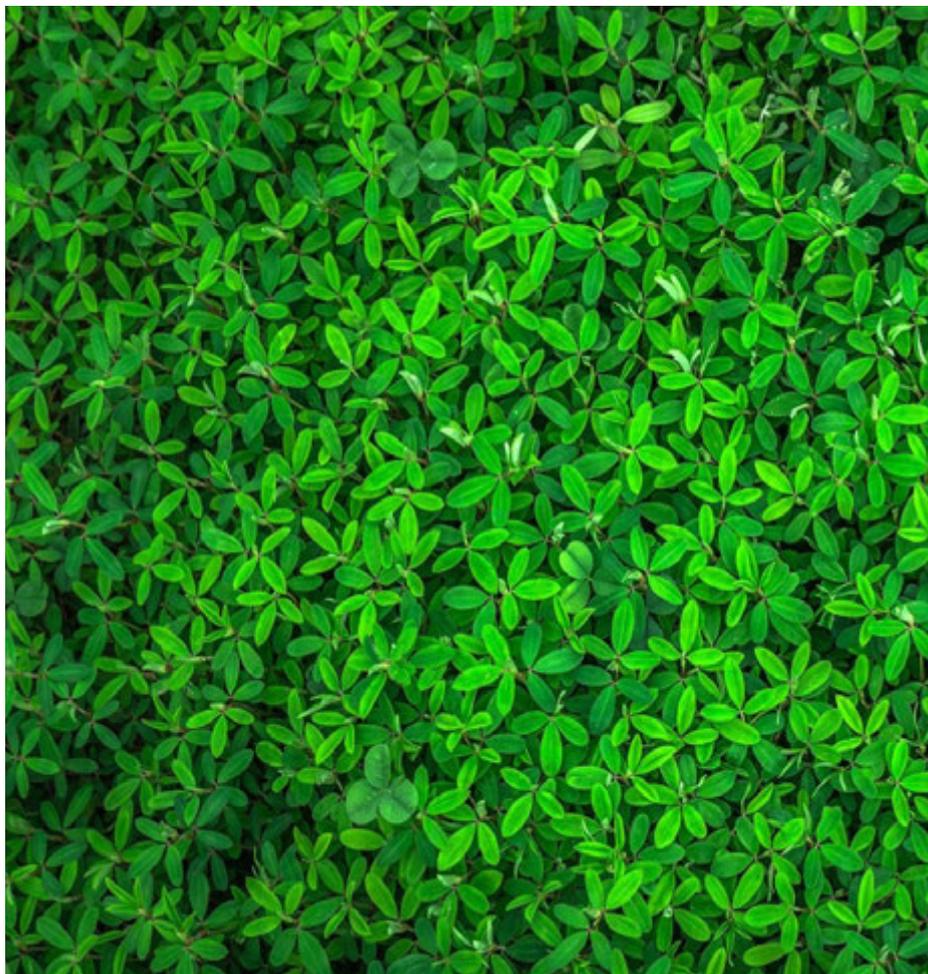
Para mostrarles la función de estas principales hormonas, definiremos algunas de ellas, su principal función, en qué parte de las plantas podemos encontrarlas y algo importante, su uso en la agricultura.

- **Auxinas.** Son las que influyen en la división o crecimiento de raíz, tallo, hoja, fruto; la auxina natural más importante en plantas es el ácido indolacético (AIA). El aminoácido triptófano es su principal precursor. Las auxinas se ubican en toda la planta, pero su biosíntesis se lleva a cabo en tejidos jóvenes como los meristemos apicales, puntos de crecimiento de las hojas en los frutos. Algunos aspectos fisiológicos ocasionados por efecto de auxinas son: Formación de raíces laterales y adventicias, fototropismo (curvatura de la planta y crecimiento hacia la luz), retraso en senescencia de hojas, inhibición de abscisión o caída de hojas o frutos, y del desarrollo de brotes axilares, estimulan el crecimiento y la maduración de frutos y partes de la flor.

La aplicación de auxinas (naturales o sintéticas) en altas concentraciones ha tenido un impacto significativo en la agricultura, dado que presentan un efecto herbicida (control selectivo de malezas, como el ácido 2,4-diclofenoxiacético), frenan el brote de yemas de tubérculos de papas, previenen la caída prematura de frutos y pétalos de flores, favorecen la obtención de frutos sin semillas. No obstante, su uso se ve limitado por el costo.

- **Citocininas.** Las citocininas son moléculas derivadas de la adenina y su nombre genérico se asignó para aquellas sustancias naturales o sintéticas capaces de estimular la división celular en presencia de auxinas. La zeatina, primera citocinina natural descubierta en 1963, fue aislada del maíz y es una de las fitohormonas más estudiadas y conocida por sus efectos fisiológicos. Se encuentran principalmente en tejidos que se dividen en forma activa como los meristemos, semillas en germinación, frutos en proceso de maduración y raíces en desarrollo.

Otros efectos fisiológicos son: Estimulan la división celular y el crecimiento de yemas laterales, retrasan la senescencia de las plantas al permitir el



desarrollo de cloroplastos y la síntesis de clorofila e inducen la partenocarpia de algunos frutos (obtención de frutos sin semillas por la falta de polinización).

- **Giberelinas.** Las giberelinas deben su nombre al hongo *Giberella fujikuroi* del cual fueron aisladas. La más conocida y estudiada es el ácido giberélico (AG₃). A pesar de que se han identificado más de 100 distintas giberelinas, son muy pocas las que presentan actividad biológica. Sus principales lugares de síntesis son las hojas jóvenes, raíces y semillas inmaduras. Algunos otros efectos que provocan en la planta son: Estimulan la germinación de semillas, retrasan la maduración de frutos y senescencia de hojas en el caso de cítricos e inducen la floración en plantas de día largo que se cultivan en períodos de días cortos. La importancia de esta fitohormona, desde el punto de vista económico e industrial, se ha reflejado en la producción de uva al incrementar el tamaño del fruto, en las industrias cervecera al aumentar la producción de malta y en la azucarera al favorecer un aumento en la longitud del tallo de la caña.

¿Cómo se obtienen las fitohormonas y qué limitantes se presentan durante el proceso?

Existen distintas vías para la obtención de



fitohormonas en los laboratorios de investigación científica, como a partir de la extracción de plantas, por síntesis química, pero además mediante procesos biotecnológicos. De manera general, los tejidos vegetales contienen cantidades muy pequeñas de fitohormonas necesarias para su metabolismo, por lo que el procedimiento utilizado en algunos laboratorios para su obtención es mediante una extracción sólido-líquido, macerando ciertas partes de la planta (hojas, tallos, semillas, raíces) con distintos disolventes (agua, etanol, metanol, ácido acético),

para su posterior separación empleando distintas técnicas.

Por los niveles bajos de las fitohormonas presentes en las plantas, se considera que no hay un método factible para la producción de fitohormonas a escala comercial, ya que resulta económicamente no rentable; pero, del mismo modo, la síntesis química de la mayoría de estas fitohormonas conlleva a sintetizar distintos compuestos intermediarios con un gran número de reacciones, que muestra el método muy costoso; y, por otro lado, la síntesis biotecnológica implica el uso de microorganismos (bacterias, hongos y levaduras) con capacidad para biosintetizar fitohormonas, este método se ha implementado de manera industrial para su comercialización.

¿Cómo se aplican?

Las auxinas sintéticas se usan en forma de aerosol o de polvo o bien disueltas en agua. Un ejemplo claro es el uso del ácido giberélico que acelera el proceso de germinación de diversas semillas, éstas se sumergen en agua con cierta concentración de la giberelina por algunas horas o días, dando como resultado un porcentaje más alto de germinación y más homogénea. Su aplicación es muy útil en grandes invernaderos de propagación de plantas.

La aplicación de fitohormonas en los campos de cultivos e invernaderos ha permitido a los agricultores programar las cosechas, mejorar significativamente la calidad de las mismas y aumentar sus rendimientos y, por ende, ser más competitivo en los mercados de interés.

Y usted, ¿sabía que las fitohormonas se aplican a ciertos cultivos?

Saber Más 

Lluna D.R. (2006). Hormonas vegetales: crecimiento y desarrollo de la planta. Revista Horticultura, 196:22-26. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Hort/Hort_2006_196_2_22_27.pdf

Hans K. y Zeevaart J. (1997). The Five "Classical" Plant Hormones. The Plant Cell, 9(1):197-121.

<http://www.plantcell.org/content/plantcell/9/7/1197.full.pdf>

Jordan M. y Casaretto J. (2006). Hormonas y reguladores del crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citoquininas. Fisiología Vegetal. Ediciones Universidad de la Serena. Chile

ARTÍCULO

Entre chipotes te veas: La inflamación en la supervivencia humana

Javier Ríos Valencia y María de Jesús Ortiz González



Javier Ríos Valencia, Médico Cirujano y Partero egresado de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez" de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), aceptado para iniciar la Especialidad de Anatomía Patológica en el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (febrero del 2020).

javierriosvalencia@gmail.com

María de Jesús Ortiz González, Candidata a PhD en Historia por la UPF de Barcelona, España; y, es Profesora e investigadora de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez", UMSNH.

ortiz107@gmail.com

Seguramente alguna vez te ha dolido la garganta, o una muela, ¿te has caído y lastimado alguna parte de tu cuerpo?, ¿recuerdas cómo luce tu piel tras una picadura de mosquito? Todos estos malestares tienen algo en común: la inflamación.

A primera vista pareciera que la inflamación (o hinchazón, como se le conoce comúnmente), es algo inconveniente y que, por tanto, debe evitarse como sea.

Nuestro propósito es que juntos echemos un vistazo a los procesos fisiológicos que provocan la

inflamación, por lo importante que ha sido en la preservación de la especie humana ¿nos acompañas?

¿Qué es la inflamación?

La inflamación es una respuesta defensiva del cuerpo ante cualquier amenaza a la integridad celular, consistente en señales coordinadas que alertan de alguna alteración en el cuerpo, para que inicien mecanismos de ajuste, escape o interrupción del daño mientras se inicia la reparación del sitio lesionado.

Un poco de Historia

Aulo Cornelio Celso, un enciclopedista y médico romano, describió la inflamación en el siglo I d.n.e., como un proceso que presenta características como el calor, tumor, rubor y dolor. Como has notado, estas cuatro palabras tienen una erre, por lo que se denominó "las cuatro erres clásicas de la inflamación", lo cual significa que en casi cualquier parte del cuerpo que se inflame, encontraremos un aumento localizado de la temperatura y una bola de color rojo-rosado que duele.

La polémica en torno al origen de la inflamación duró décadas. Algunos científicos apoyaban la teoría celular, en la que Metchnikoff describió la fagocitosis y que postulaba que los leucocitos –las células sanguíneas encargadas de la defensa del organismo– procuraban todo lo necesario al sitio

lesionado para que la inflamación ocurriera, mientras otros concordaban con la teoría humoral de Paul Ehrlich, que ignoraba la participación celular y explicaba que todo ocurría debido a que la sangre contenía todos los factores necesarios para desencadenar la respuesta inflamatoria.

La ciencia más reciente ha logrado demostrar que las dos posturas científicas eran correctas, ya que ambos componentes –el celular y el humoral– son necesarios para mediar la inflamación y para que el sistema inmune destruya a los agentes patógenos. Asimismo, la inflamación induce la cicatrización tisular y facilita el recambio de los tejidos.

Pero ¿Cómo ocurre la inflamación?

Verás, la respuesta inflamatoria se desencadena una vez percibida la primera señal de daño. En el caso de un golpe donde hay lesión en capilares y pérdida sanguínea, los nervios sensitivos de la zona afectada envían el estímulo lesivo al sistema nervioso central, provocando una respuesta inmediata, consistente en la constricción potente de los vasos sanguíneos dañados, para evitar la pérdida de sangre en caso de que éstos hayan sido lesionados, o bien para evitar el ingreso de sustancias dañinas al torrente sanguíneo, tales como venenos o toxinas.

Es interesantísima la manera en que las células descifran el tipo de amenaza al organismo para





orientar su respuesta (bacterias, radiación, células tumorales o cuerpos extraños), debido a receptores que detectan moléculas extrañas tales como la pared bacteriana, ADN viral o incluso, sustancias que sólo están en circulación si hay daño celular propio (ADN humano). Tales receptores han cambiado mínimamente su estructura a lo largo de la evolución humana, lo que podría sugerir que este tipo de amenazas llevan millones de años entre nosotros.

La señal de peligro obliga a las células afectadas a alertar a otras cercanas mediante sustancias llamadas citocinas, el resto de células se suma a la tarea de liberar aún más citocinas y así induce a los tejidos de la zona afectada a entrar en un estado pro-inflamatorio, creando un cerco tisular, también llamado "efecto tabicador" de la inflamación, mismo que crea un ambiente protector evitando que la lesión se extienda excesivamente a tejidos circunvecinos.

Hay dos eventos inflamatorios principales, celulares y vasculares, ambos coordinados para promover o antagonizar la respuesta inflamatoria. Los capilares responden a las citocinas proinflamatorias, dilatándose, permitiendo la salida de proteínas del plasma y células hacia la región dañada y la región lesionada se torna enrojecida, caliente y dolorosa, como consecuencia de la acumulación local de líquido y células.

Los leucocitos migran desde el interior de los

vasos hacia el área lesionada por un mecanismo llamado diapédesis, que consiste en el desplazamiento celular mediante la reorganización del citoesqueleto —el soporte interno celular—, para que puedan colarse entre los tejidos presentes entre el vaso y la zona inflamada. La precisión en estos mecanismos se debe a sustancias llamadas quimioquinas, producidas en la zona inflamada atrayendo a células afines a ellas, mediante un proceso llamado quimiotaxis. El tipo de leucocitos que llegan primero a la zona lesionada son generalmente los neutrófilos, capaces de liberar sustancias con alto potencial destructivo ya sea por su acidez o por su actividad enzimática, destruyendo todo tejido cercano, sin discriminar entre lo propio y ajeno al organismo; esto explica el dolor que puedes sentir por horas, días o semanas en los tejidos inflamados, así como la presencia de pus, que es el resultado de muchos leucocitos "muertos en batalla" y tejidos licuados por las sustancias liberadas por los leucocitos. Después de la llegada de los neutrófilos, comandan los macrófagos, células encargadas de engullir el tejido destruido por los neutrófilos en el sitio inflamado. Otra tarea de los macrófagos es partir en moléculas a los agentes extraños para presentarlas a los linfocitos, células capaces de crear anticuerpos que faciliten la eliminación del agente agresor en ataques posteriores, ésta es la memoria inmunológica.

Las proteínas del plasma cooperan en el proceso inflamatorio cuando salen desde los vasos sanguíneos hacia los intersticios; un ejemplo es el sistema del complemento, un antiguo complejo compuesto por más de 10 proteínas que circulan en la forma inactiva, pero que al ensamblarse tras ciertos estímulos, actúa alterando el gradiente osmótico de bacterias y células dañinas formando poros en las membranas.

El sistema de las prostaglandinas-tromboxanos es también muy importante por su actividad sobre el endotelio, el tono vascular, la actividad plaquetaria, el dolor e incluso el tono muscular bronquial; es por ello que las enzimas que sintetizan a las prostaglandinas son el blanco principal de los antiinflamatorios-no esteroideos, como la aspirina.

Entre las principales sustancias inductoras de dolor en los tejidos se encuentran las aminas vasoactivas: histamina y serotonina, potentes vasodilatadoras y por ende, promotoras de inflamación; se encuentran en plaquetas, neuronas y algunas otras células ajenas al proceso inflamatorio.

¿Sabías que a la inflamación, sigue la anti-inflamación?

¡Pues sí! Cuando el agente nocivo es antagonizado, inicia el proceso complementario: la anti-inflamación, que se caracteriza por la síntesis de citocinas antiinflamatorias para frenar la actividad destructora de los leucocitos, la producción de sustancias antioxidantes para estabilizar las partículas reactivas producidas durante la inflamación, la normalización del tono vascular y la restauración de la matriz extracelular. Sin embargo, si el daño ha sido muy severo, puede generarse fibrosis y cicatrización del tejido afectado.

Como todos los procesos en el organismo, la inflamación es regulada por mecanismos precisos que aseguran su eficacia; no obstante, las personas pueden sufrir padecimientos como osteoartritis, esclerosis múltiple, tuberculosis, etcétera, cuya esen-

cia fisiopatológica es la inflamación crónica contra agentes imposibles de eliminar. En estos casos, el objetivo primordial del tratamiento es precisamente inhibir la inflamación, ya que ésta perpetúa el daño tisular y a largo plazo provoca secuelas en los enfermos (como la pérdida definitiva de la función de los órganos o sistemas afectados, e incluso malignización), como consecuencia del estado pro-inflamatorio continuo ante la imposibilidad de depurar al factor desencadenante; ejemplo de ello son el virus Epstein Barr, el virus de la Hepatitis tipo "C" e inclusive elementos constitutivos del propio organismo (ADN propio, fracciones del colágeno).

¿Qué aprendimos de la inflamación?

La inflamación es el mejor ejemplo de un proceso fisiológico con claroscuros y no es posible categorizarla como buena o mala; pero sí podemos afirmar que es y ha sido un proceso indispensable en la perpetuación de las especies animales, aunque por excepción –como ya lo hemos analizado–, en ocasiones los beneficios que produce en los organismos se vuelvan en su contra, como ocurre en las enfermedades autoinmunes.

Esta primera reflexión, nos lleva a entender que la inflamación es un proceso fundamental en la evolución natural de muchos padecimientos y que, en la mayoría de los casos, no es necesario inhibirla, aunque sabemos las incomodidades y malestares que puede ocasionar la hinchazón. Desafortunadamente, la mayoría de las personas ignora lo que nos dice la ciencia al respecto y eligen automedicarse, apoyándose en la publicidad que abunda de los medios de comunicación irresponsables que, subordinados a los intereses económicos de la industria farmacéutica, únicamente les confunden y mal informan.

Para finalizar, te invitamos a que te informes bien y acudas a un profesional médico competente, cuando pienses consumir por tu cuenta cualquier fármaco –no solamente contra la inflamación–, porque tu salud será el reflejo de tus decisiones.



Kumar V., Abbas A., Fausto N., Robbins S. y Cotran R. (2015). Patología estructural y funcional (9a ed., pp. 69-112). Barcelona: Elsevier. https://www.academia.edu/38198654/Patologia_Estructural_y_Funcional_9a_Edicion.pdf
Guyton A.C. y Hall J.E. (2011). Tratado de fisiología médica (13a ed., pp. 428-429). Barcelona: Elsevier. <http://cardiacos.net/Documents/Biblioteca%20Medica/02%20-%20Cardiologia/Li->

[bros%20y%20Otros%20Español/Guyton%20y%20Hall%20Tratado%20de%20Fisiolog%C3%ADa%20m%C3%A9dica%20-%20John%20E.%20Hall%20-%2013%C2%Bo%20ed.%202016.pdf](https://www.academia.edu/38198654/Patologia_Estructural_y_Funcional_9a_Edicion.pdf)
Scott A., Khan K.M., Cook J.L. y Duronio V. (2004). What is "inflammation"? Are we ready to move beyond Celsus? British Journal of Sports Medicine, 38:248-249. <https://bjsm.bmj.com/content/bjssports/38/3/248.full.pdf>

ARTÍCULO

Chile Perón: Variabilidad de formas y colores

Ana Karen Escalera-Ordaz y Héctor Guillén-Andrade



M. C. Escalera-Ordaz Ana Karen, es estudiante de doctorado de la Universidad Autónoma de Nayarit. Unidad Académica de Agricultura.
ana.karen.escalera.ordaz@gmail.com

Dr. Guillén-Andrade Héctor es profesor de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez", Unidad de Investigaciones Avanzadas en Agrobiotecnología.
hguillenandrade@gmail.com

El chile es uno de los cultivos más importantes en el mundo y se le considera el principal ingrediente utilizado en la cocina mexicana. En México, se ubican alrededor de doce variedades de chile (*Capsicum* spp) como las más cultivadas y comercializadas, entre las que destacan el chile jalapeño, costeño, habanero, guajillo, piquín y mulato. Por su parte, el chile perón, ha incrementado su producción e importancia en los últimos años.

El estado de Michoacán se ubica como uno de los principales estados productores de chile perón (*Capsicum pubescens*), el cual, se está utilizando como cultivo alternativo en huertas de aguacate debido a que se ha observado que existe buena adaptación en las condiciones de sombra proporcionada por los árboles de aguacate. En la franja aguacatera

de Michoacán, se han identificado zonas agroecológicas homogéneas con características de humedad, temperatura, precipitaciones anuales, tipo de suelo y clima óptimos para el desarrollo de chile perón. Dichas condiciones han dado origen a una amplia variabilidad de tamaño, formas y colores que lo hacen atractivo visualmente para consumidores y mejoradores de esta especie.

¿Qué valor tiene el chile para los mexicanos?

México es uno de los principales países señalados por su riqueza en diversidad con más del 60 % de especies endémicas registradas. Además, presenta la mayor diversidad de chiles cultivados en todo el territorio con diferentes sistemas de producción en invernadero y a campo abierto. El chile, es uno de los cultivos de mayor importancia por su amplia variabilidad de formas, colores, aromas y sabores que lo ubican como una de las principales especias en la gastronomía mexicana. Su valor económico se incrementa en la industria de proceso y extracción de colorantes utilizados en la elaboración de pinturas y cosméticos. Una quinta parte de la producción nacional se procesa para salsas picantes, chile en polvo, encurtidos y enlatados. Asimismo, el avance en el estudio de los extractos de chile para uso farmacológico, incrementa su importancia debido a la utilidad en el tratamiento de algunas enfermedades.

¿Chile perón o manzano?

El estado de Michoacán, por su parte, es uno de los principales estados productores de chile, entre los que destaca el chile perón, conocido también como chile canario, cera, rocoto y manzano, este último nombre, es atribuido por su forma, similar a la

de una manzana. Esta especie, ha incrementado su importancia en los últimos años, como un producto altamente rentable, debido a la alta demanda que tiene su consumo como verdura, por sus propiedades nutrimentales, diferentes grados de pungencia, resistencia a enfermedades y manejo postcosecha.

¿Cuáles son las condiciones óptimas para el desarrollo del chile perón?

Los productores que cultivan chile perón a campo abierto asocian este cultivo con algunos árboles frutales, principalmente con el aguacatero, ya que se observa buena adaptación bajo la sombra de los árboles. Por lo tanto, mediante recorridos de campo a lo largo de la franja aguacatera de Michoacán se logró identificar chile manzano asociado con el cultivo del aguacate. Además, las características agroecológicas óptimas identificadas para el desarrollo de chile perón son las siguientes: clima semi-cálido húmedo, templado subhúmedo, templado húmedo con abundantes lluvias en verano y semi-cálido subhúmedo; temperatura entre 12°C y 22 °C; precipitación anual de 1000 a 1500 milímetros; humedad relativa entre 70 y 90 %; y se identifica a altitudes entre los 1600 y 2300 metros y en una gran variedad de tipos de suelos.

Variabilidad de chile perón y sus principales características

El chile perón identificado en el estado de Michoacán, muestra una amplia variabilidad en características de planta, hoja, frutos y semillas. Dicha variabilidad se ha visto influenciada por las diferentes condiciones agroecológicas en las que se adapta. Una de las principales características observadas, es la presencia de antocianinas en los



nudos, que se observan de color morado, la planta puede llegar a medir hasta cuatro metros de largo y su hábito de crecimiento va de postrado a intermedio con ramificación abundante. La hoja es aterciopelada y puede tomar distintas tonalidades de verde claro a verde oscuro, puede llegar a medir de seis a 22 centímetros de largo y de tres a ocho centímetros de ancho.

La variabilidad en los frutos es una de las principales características que influyen en la comercialización debido a que la principal atracción para el consumidor es la forma y apariencia del fruto. El chile perón se ha identificado en color amarillo, amarillo-limon, amarilloraranja, naranja, naranja-oscuro, rojo, morado y negro.

Ade- más, llegan a presentar manchas de cafés a negras que no son causadas por enfermedades. El fruto tiene textura carnosa y la principal forma con la que se identifica al chile perón es en forma de manzana; sin embargo, también presenta forma casi circular, acampanulada, alargada y triangular. El largo y ancho del fruto oscila entre 35 y 77 milímetros. Su peso puede ser de 21 a 120 gramos y llega a presentar de dos a cuatro cavidades en el interior, donde se pueden encontrar de 45 a 100 semillas de color negro y marrón, con textura rugosa principalmente y llega a medir entre 3 y 5 milímetros de diámetro.

La amplia variabilidad de formas, tamaños y colores de chile perón

identificados en el

estado de Mi-

choacán resul-

tan de gran

importancia

por el poten-

cial que tie-

nen para ser

utilizados en

programas de

mejoramiento

genético con el

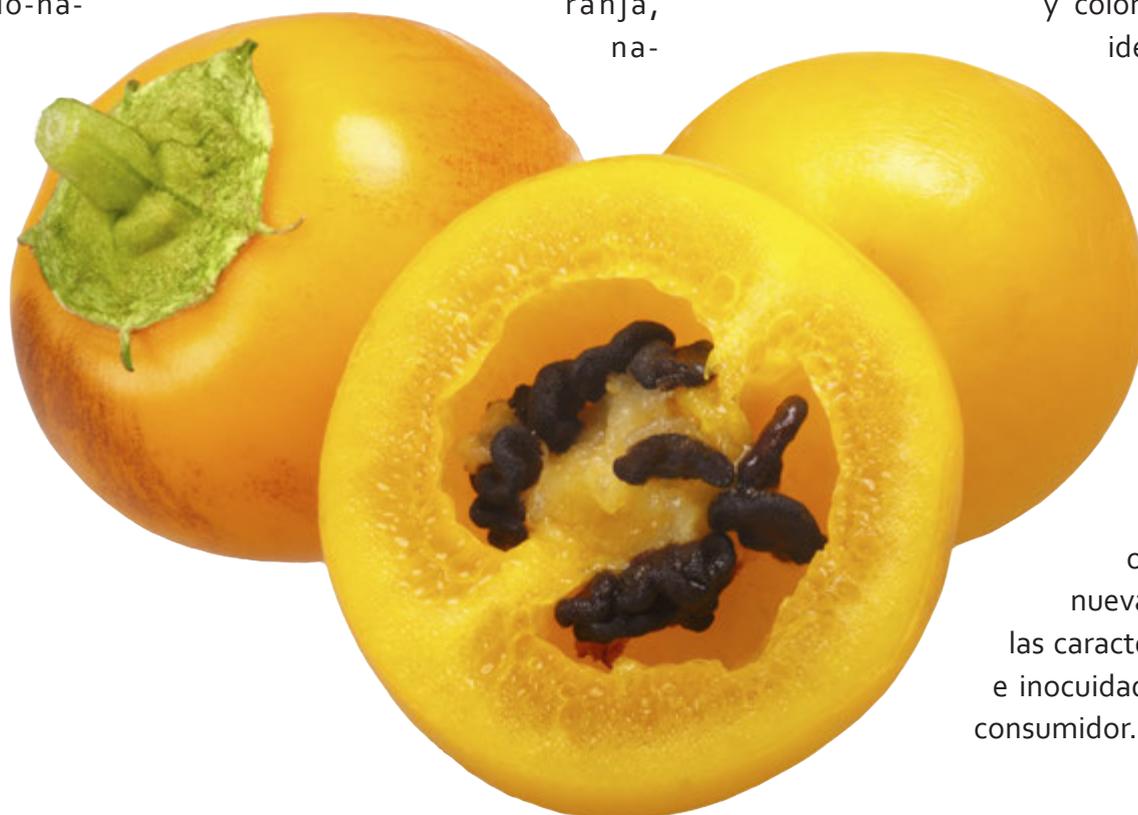
objetivo de generar

nuevas variedades con

las características de calidad

e inocuidad requeridas por el

consumidor.



ARTÍCULO

Bernoulli. Unos tipos de cuidado

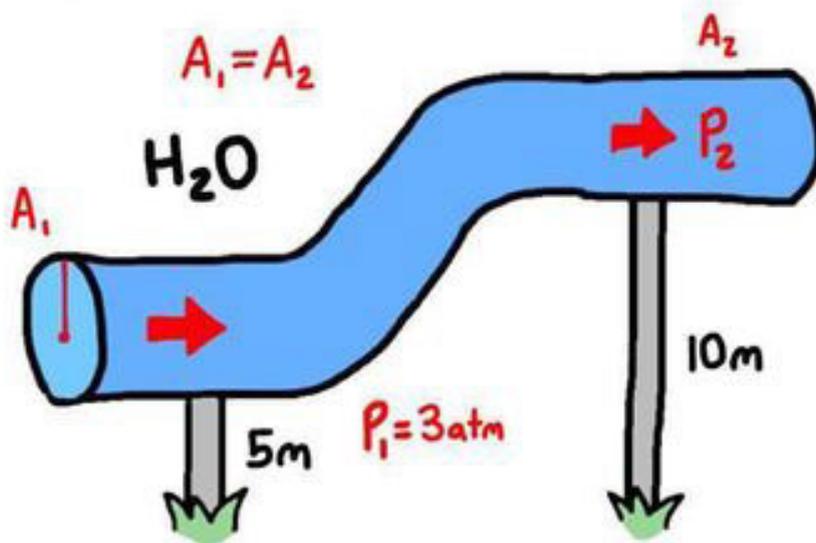
Erick Radaí Rojas Maldonado

Bernoulli's 2/22/2017
Principle 101

$$P + \rho gh + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{Constant}$$

$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

$$P_2 = P_1 + \rho g(h_1 - h_2)$$



P = Pressure (atm)
 ρ = Density (kg/m^3)
 g = Gravity ($9.8 \text{ m}/\text{s}^2$)
 h = Height (m)
 v = Velocity (m/s)

$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

$\underbrace{-\rho gh_1}_{\text{Constant}}$ $\underbrace{-\rho gh_2}_{\text{Constant}}$

$$\Rightarrow P_2 = P_1 + \rho g(h_1 - h_2)$$

$$P_2 = 3 \text{ atm} + (1000 \text{ kg}/\text{m}^3)(9.8 \text{ m}/\text{s}^2)(5 \text{ m} - 10 \text{ m})$$

$$P_2 = 3 \text{ atm} - 49,000 \text{ N}/\text{m}^2 \quad \leftarrow \text{Newton}/\text{meter}^2$$

$$P_2 = 3 \text{ atm} - 0.48 \text{ atm}$$

$$P_2 = 2.52 \text{ atm} \quad \leftarrow \text{Standard atmosphere}$$

Water - (H_2O)
Density = $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$
mass / volume

Erick Radaí Rojas Maldonado, es Doctor en Educación, profesor docente de la Licenciatura en Biotecnología de la UMSNH y del Colegio Primitivo y Nacional de San Nicolás de Hidalgo.
erick.radai@gmail.com

Te has preguntado ¿si pudieras tener a un genio a lado tuyo? O quizá, ¿tú eres el genio? En varias ocasiones, consideramos que los grandes científicos no tienen problemas cotidianos como los que tu tienes. Que son personas abstraídas de la realidad y sólo tienen un mundo académico. En realidad, tienen grandes problemas, tanto de personalidad como económicos y de todo tipo. En los cursos de matemáticas, regularmente se abordan definiciones, conceptos y muchos,



pero muchos ejercicios. Hoy, te platicaré la historia de una familia muy peculiar. Cuya genialidad en la ciencia ha sido detonante y partícipe en los avances tecnológicos que hoy en día puedes gozar.

Si estás estudiando la preparatoria, en tu último año estarás abordando el Cálculo Diferencial e Integral; como seguramente ya te ha comentado tu profesor, tuvo a dos grandes mentes que inventaron o descubrieron (dependiendo de la manera filosófica que lo quieras ver). Newton y Leibnitz. Y seguramente, te platicaron de los pleitos que hubo entre ellos. Pero bueno, eso no te voy a platicar, ya que después de ellos, se considera que hubo otras dos personalidades que continuaron sus pasos. Y se trata de...

La familia Bernoulli

La historia que te comentaré sucedió alrededor de 1640. Cuando aún no había internet. El padre de esta familia peculiar, era magistrado y vivían en Ámsterdam. Al hijo mayor, de nombre Jacob, le encantaba la Teología, que es la ciencia que trata sobre dios y del conocimiento que el ser humano tiene sobre él. Pero también le gustaban las matemáticas, la física, la astronomía. Pero su vida estaba destinada a una carrera mercantil. Sin embargo, su pasión se interpuso y realizó grandes descubrimientos y aportaciones. Tanto en Mecánica de cuerpos sólidos y líquidos, como en probabilidad infinitesimal. Trabajó con Isaac Barrow en óptica y problemas mecánicos. Y fue en ese momento que trabajó el Cálculo con mayor pasión.

Descubrió el Cálculo de variaciones y fue el primero que usó el término de integral. ¡Vaya! Este amigo no tenía Netflix para distraerse

Johann, hermano menor de Jacob, estudió medicina, pero también tenía interés por las matemáticas y su hermano mayor fue quien le enseñó. Johann, era más físico-matemático y también hizo grandes aportaciones. Johann, se casó con la hija de un farmacéutico y tuvieron como hijo a Daniel, Daniel Bernoulli. Y como en los genes no se manda, también se interesó por la ciencia.

Hasta aquí pareciera que todo es normal, pero existían grandes discusiones entre ellos. Johann era el más peleonero, discutía constantemente con su hermano Jacob. Pero Jacob tampoco no agachaba la cabeza. Le refutaba. Pero no eran discusiones de familia, sino que ya pasaba a grados mayores. Los retos entre ellos eran constantes. Competían por todo. En congresos, presentaban batallas campales como si fuera arenas de boxeo en Las Vegas. Discutían acaloradamente.

Discusiones para demostrar su superioridad intelectual como el caso de la Braquistócrona (curva de descenso más rápido) que propuso Johann al año siguiente, Jacob lo había resuelto. Situaciones que podrían ser bochornosas para la gran mayoría de las familias, para ellos, era una situación habitual. Digno para un episodio del programa británico "Niñera SOS".

Pero sucedió, algo que salió de cualquier escala

Daniel siempre tuvo admiración por su padre.



Por su gran mente y rapidez de razonamiento para resolver problemas, pero Daniel también era un genio. Un concurso de trabajos científicos se auspició y participaron Johann y su hijo Daniel, pero cada quien por su parte. Johann, tituló su trabajo como Hidráulica (con ideas de su hijo) mientras que su hijo, Daniel lo tituló, Hidrodinámica, que involucra el movimiento de un fluido. Es usado en tuberías de agua, vuelos de aviones o cuando Ronaldo anota un gol en el futbol.

Los dos trabajos llamaron mucho la atención de los jueces y todo iba muy bien en el concurso, hasta que decidieron quien era el ganador.

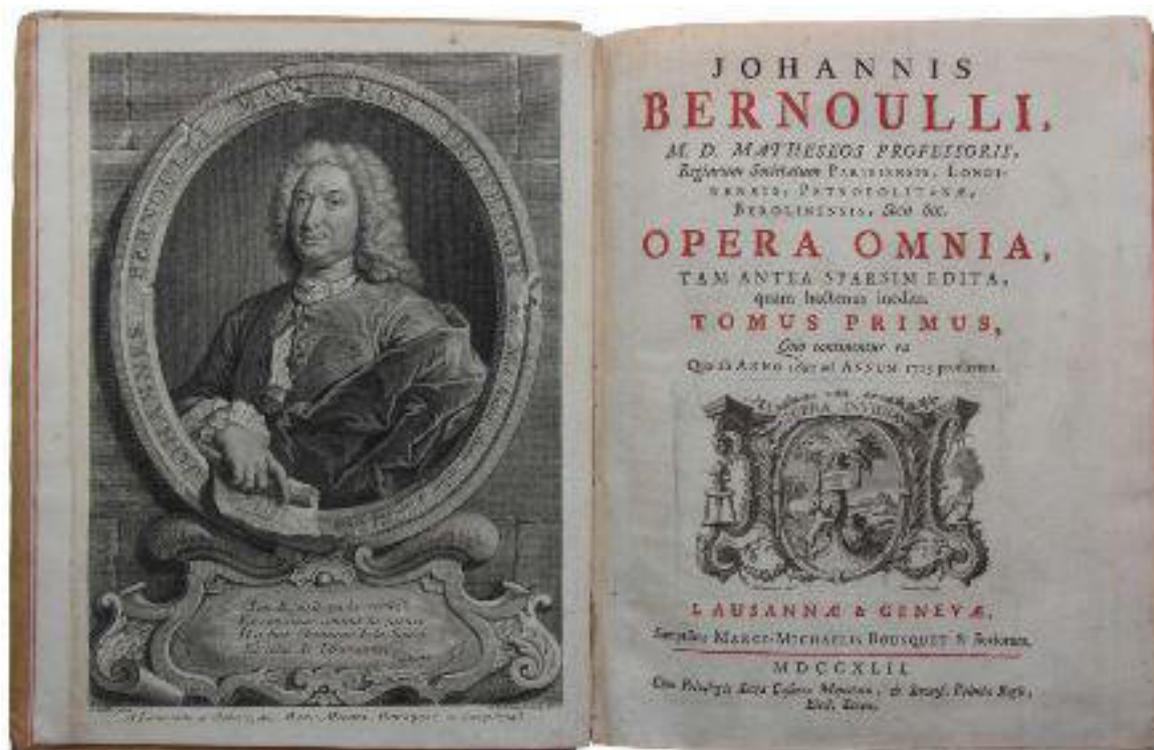
¡Daniel fue el vencedor! Derrotó a los demás participantes, pero sobre todo a su padre. Y este concurso podría abrirle una infinidad de puertas para ya no vivir más bajo la sombra tanto de su padre, como la de su tío. Pero, su padre, no tomó a bien esa hazaña. ¿Cómo era posible que su hijo, le hubiera vencido? Y si ya era tan bueno entonces, era necesario tomar medidas drásticas, y decidió correrlo de su casa.

Tanto le dolió a Daniel tal desprecio, que nunca volvió a ser el mismo. La persona que tanto amaba y que era su guía. Lo había dejado en visto.

Y todavía no nacía Freud para que lo ayudara. Y la verdad es que uno, como quiera, pero ¿a los hijos.? Johann, tuvo una gran amistad con un marqués francés, y seguramente te suena familiar el apellido, pues lo has visto en varias aplicaciones web para resolver límites. L.Hopital.

Era un aficionado a las matemáticas, pero no llegaba al nivel de Johann. Sin embargo, el marqués acaudalado apoyaba financieramente a Johann y tenían buena amistad, quizá por interés. Pero Johann, le regaló la regla que pudiese encontrar límites de manera rápida y nada complicada, a la que nombró Regla de L.Hopital. Y fue así que el marqués, se hizo famoso y pasó a la inmortalidad en varios libros de texto. Gracias a la ayuda de Johann.

Pero Johann, después de morir el marqués, hizo todo lo posible para recuperar la autoría de su obra. Al fin, ya había muerto, así que hizo y deshizo para demostrarlo, pero nunca pudo. Y fue hace 63 años que se descubrió una carta donde se mandaron entre Johann y L.Hopital donde se mencionaba que en realidad el era el autor. Y por fin, la justicia con la rapidez que la caracteriza le da el honor a Johann Bernoulli. Aunque murió sin poderlo presumir y todos los matemáticos se la atribuimos a L.Hopital.



SaberMás 

Bernoulli, J. (. (2018, 11 8). Jacob (Jacques) Bernoulli. Retrieved from Mathematical MacTutor: http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Bernoulli_Jacob.html
Matemáticas, H. d. (08 de 11 de 2018). Familia Bernoulli. Obtenido de DivulgaMat: [http://virtual.uptc.edu](http://virtual.uptc.edu.co/ova/estadistica/docs/autores/pag/mat/FamiliaBernoulli.asp.htm)

[co/ova/estadistica/docs/autores/pag/mat/FamiliaBernoulli.asp.htm](http://virtual.uptc.edu.co/ova/estadistica/docs/autores/pag/mat/FamiliaBernoulli.asp.htm)
Rodríguez, O. (2003). Aportaciones de los Bernoulli al Cálculo. Apuntes de Historia de las Matemáticas, 11-18.

ARTÍCULO

Bacterias Magnéticas

Carlos Cervantes



Carlos Cervantes, Profesor e Investigador del Laboratorio de Microbiología en el Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (cvega1999@yahoo.com).

Estos ingeniosos microbios poseen “imanes” internos como una estrategia evolutiva que les permite orientarse en el campo magnético terrestre. El objetivo de tal orientación es la búsqueda de zonas carentes de oxígeno, necesarias para el adecuado desarrollo de este tipo de bacterias. La historia del descubrimiento de estos microorganismos, hace más de medio siglo, presenta pasajes interesantes acerca de la difusión y la atribución de los hallazgos científicos.

Descubrimiento

En 1958, el médico Salvatore Bellini, quien entonces trabajaba en el Instituto de Microbiología de la Universidad de Pavia (norte de Italia), hizo un descubrimiento que lo dejó maravillado. Belli-

ni había estado estudiando muestras de agua de pantanos, sedimentos de estanques y lagos poco profundos de los alrededores de Pavía, en busca de microorganismos causantes de enfermedades. Mientras examinaba las muestras al microscopio, le llamó la atención que había ciertas bacterias que se movían (“nadaban”) siguiendo siempre el norte magnético de la Tierra (como sabemos, nuestro planeta se comporta como un gigantesco imán que posee dos polos magnéticos opuestos: el polo norte y el polo sur). Aunque cambiara la orientación del microscopio, las bacterias siempre migraban en la misma dirección: el norte magnético terrestre.

La confirmación de sus sospechas vino cuando empleó imanes de barra, que tienen una fuerza magnética muy superior a la débil atracción del núcleo de la Tierra. Con gran emoción, Bellini observó que algunas de las bacterias de sus muestras cambiaban el sentido de su movimiento, ahora siguiendo el extremo “norte” de la barra de imán. Bellini les llamó “bacterias magnetosensibles”.

Desconcertado por el extraño comportamiento de los bichitos, Bellini continuó estudiando más muestras de agua e hizo otros descubrimientos. Encontró, por ejemplo, que cuando calentaba las muestras, o las trataba con el agente tóxico formaldehído, las bacterias muertas se seguían orientando al norte, aunque (obviamente) ya no se movían. También descubrió que si diluía sus muestras con agua destilada (carente de sales minerales), se perdía la sensibilidad al campo magnético; pero esta propiedad se recuperaba si añadía a las muestras una solución con sales de hierro.

«El visionario Bellini dedujo entonces que las bacterias de su estudio poseían un “imán” interno que les permitía orientarse en el campo magnético»

El imán bacteriano, supuso Bellini, estaba formado por compuestos de hierro, el fenómeno del magnetismo había sido estudiado por los griegos hacía más de dos mil años; de hecho, el término “magnetismo” proviene de Magnesia, nombre de una provincia de Asia Menor, rica en yacimientos del mineral magnetita, formado de óxido de hierro.

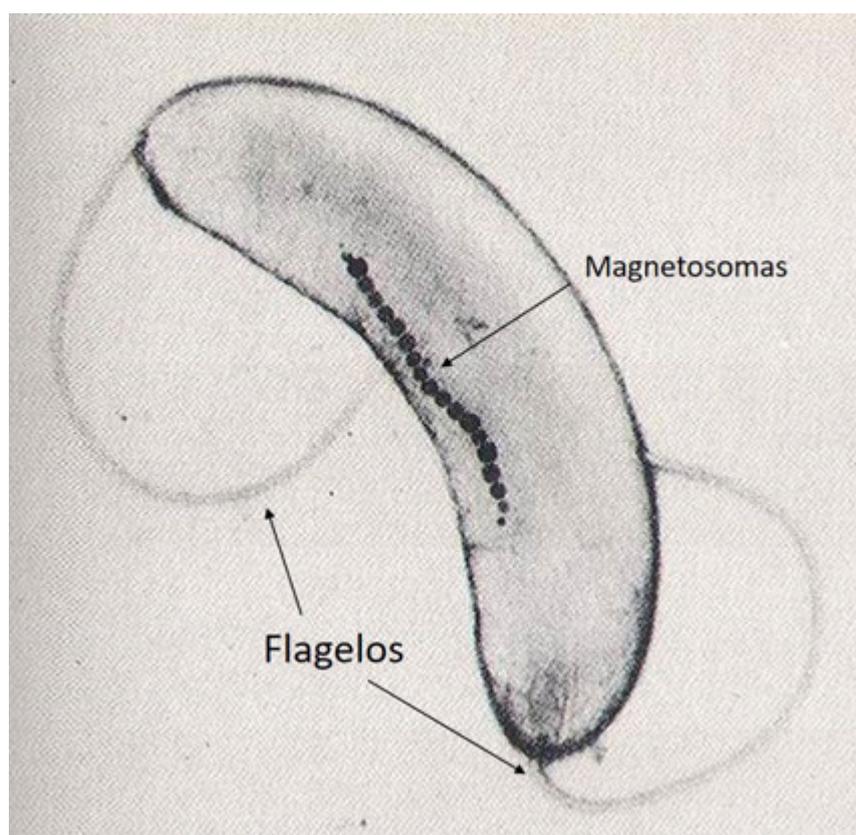
En esa misma época, en China, se desarrolló la brújula como un dispositivo de orientación marítima. El imán presente en las bacterias magnetosensibles se asemeja-

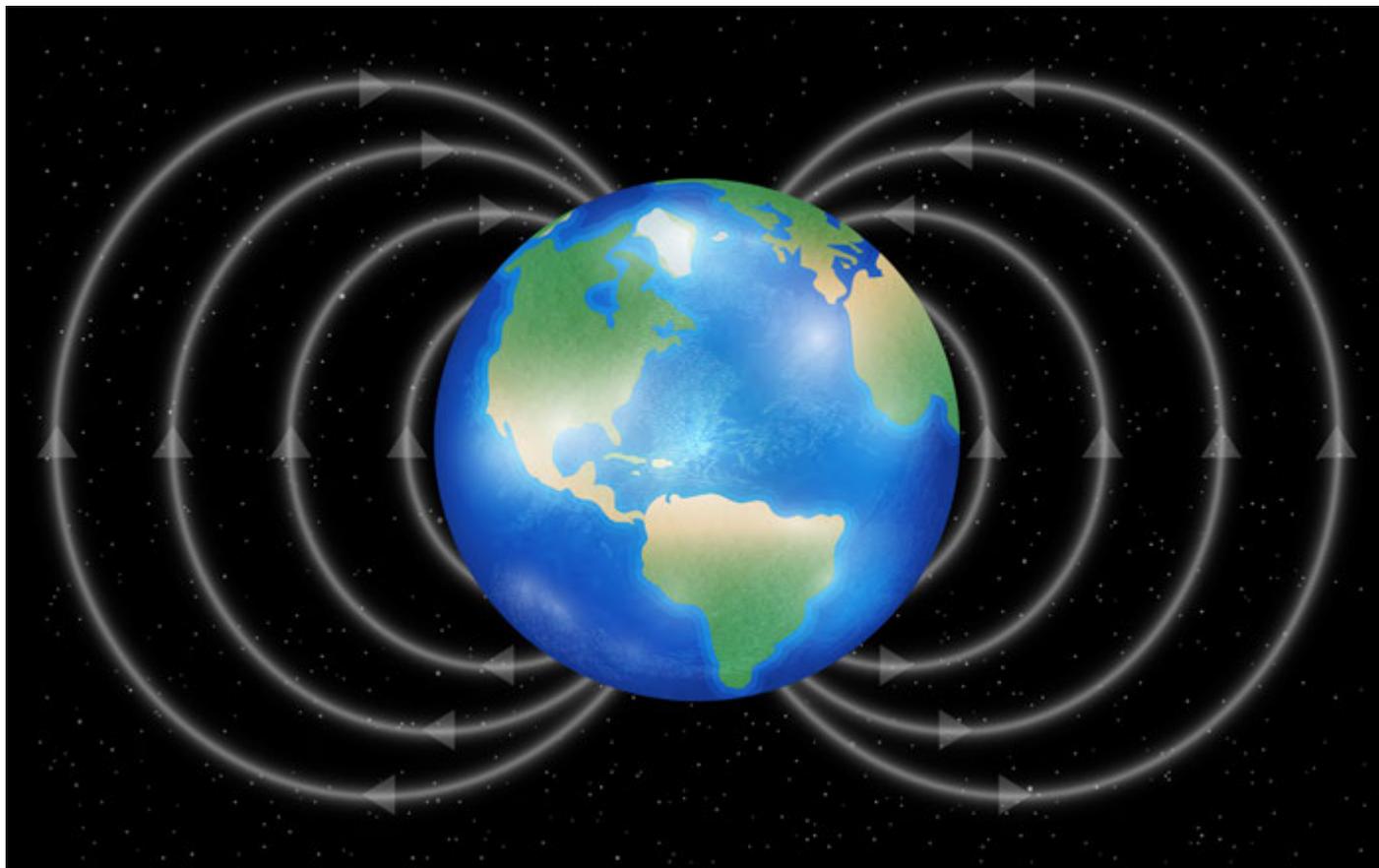
ría a la aguja de una brújula, la cual, como sabemos, también se orienta hacia el norte magnético terrestre. Por razones no muy claras, sin embargo, los impresionantes hallazgos de Bellini no se publicaron en una revista científica internacional, sino que se difundieron en 1963 (en italiano) en una sencilla publicación local del Instituto donde él laboraba. Y allí permanecieron olvidados por varios años...

Es importante indicar que se conocen varios ejemplos de organismos superiores capaces de detectar y “seguir” el campo magnético terrestre. Estos incluyen moluscos, abejas y otros insectos, tortugas marinas, aves migratorias, peces, etc. Pero las bacterias magnetosensibles descubiertas por Bellini representaron el primer ejemplo de microorganismos capaces de mostrar tal comportamiento.

Redescubrimiento

A principios de la década de 1970, el entonces estudiante de doctorado Richard P. Blakemore de la Universidad de Massachusetts (noreste de los Estados Unidos), en forma totalmente accidental, hizo el mismo descubrimiento que Bellini. Analizando muestras de agua de sedimentos marinos de la costa norteamericana, observó sorprendido que ciertas bacterias migraban en forma permanente siguiendo las líneas del campo magnético terrestre. Después de analizar con detalle sus muestras, llegó a conclusiones similares a las de Bellini. Blakemore llamó a dicho comportamiento “magnetotaxis” (movimiento hacia el campo magnético) y a los mi-





croorganismos “bacterias magnetotácticas” (BMT en adelante). En 1975, Blakemore publicó sus interesantes hallazgos en la prestigiosa revista *Science* y esto le dio una gran difusión a su trabajo, abriendo el campo del magnetismo microbiano a la comunidad científica mundial.

En el año de 2009, Richard P. Frankel, investigador de la Universidad Politécnica del estado de California, Estados Unidos, encontró intrigado los antiguos trabajos de Bellini. Reconociendo la importancia de tales hallazgos, Frankel los tradujo al inglés y los publicó en una revista internacional, con la autoría del profesor italiano. Así, el descubrimiento de las BMT se atribuye ahora, con toda justicia, de manera conjunta, a Bellini y a Blakemore.

Los magnetosomas

Una gran ventaja que tuvo Blakemore es que pudo analizar sus misteriosas bacterias con un microscopio electrónico. De esta manera, descubrió el secreto del comportamiento magnetotáctico que hace que los microorganismos se orienten en el campo magnético del planeta. El microscopio mostró que las BMT poseen en su interior unas bellas estructuras cristalinas, a las que Blakemore denominó “magnetosomas”. Los magnetosomas son nanopartículas, esto es, estructuras con tamaños del orden de millonésimas de un milímetro, o cien mil veces más pequeñas que un grano de arroz. Blakemore también encontró que las partículas estaban formadas de compuestos de hierro (¡como lo

había predicho Bellini una década atrás!). Los magnetosomas están rodeados de una membrana de lípidos y comúnmente se agrupan en cadenas de 10 a 20 partículas a lo largo del eje longitudinal de las bacterias. Estas partículas se alinean de acuerdo con la orientación del campo magnético terrestre, funcionando como “nano-brújulas”.

¿Por qué las BMT “buscan” el norte magnético?

La respuesta a esta obvia pregunta fue vislumbrada desde el trabajo pionero de Bellini. Él descubrió que, al variar los niveles de oxígeno de las muestras de agua, se alteraba el comportamiento sensible al campo magnético de las bacterias. Concluyó entonces que las bacterias magnetosensibles migran desde la superficie de los estanques hacia los sedimentos del fondo en busca de zonas poco oxigenadas (recordemos que la fuerza magnética de la Tierra está orientada hacia “abajo”, es decir, hacia su núcleo interno). Esto fue confirmado más tarde por Blakemore, al encontrar que las BMT sólo se hallan en ambientes acuáticos (donde pueden “nadar” para orientarse) y generalmente son microorganismos anaeróbicos, esto es, capaces de desarrollarse en ausencia de oxígeno, que es precisamente el ambiente que priva en los sedimentos. Como otras bacterias, las BMT poseen unas estructuras filamentosas llamadas Flagelos, que con su movimiento rotatorio les permiten desplazarse en el líquido como las propelas de los barcos. Estos apéndices comúnmente se ubican en un extre-

mo de las células bacterianas y desde allí dirigen su movimiento. Se debe enfatizar que la fuerza magnética no modifica la velocidad con que las BMT se mueven, sólo las orienta, y ellas utilizan los flagelos para movilizarse en la dirección del campo magnético.

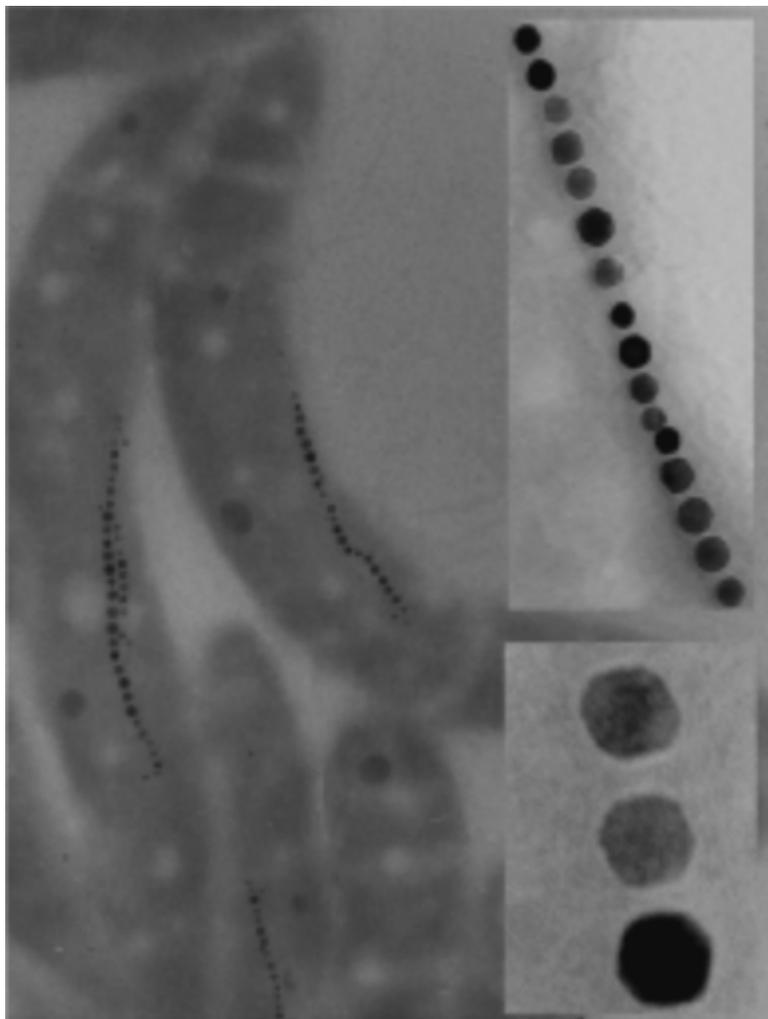
Distribución de las BMT

Las BMT abarcan una gran diversidad de especies, lo cual sugiere que el comportamiento biomagnético de estos microorganismos es una propiedad muy antigua, en términos evolutivos. Las formas de las BMT son también muy variadas: las hay esféricas, en forma de bastón y espirales. Una de las BMT más estudiada tiene forma de espiral y se llama, apropiadamente, *Magnetospirillum magnetotacticum*. Las BMT se han aislado de numerosos ambientes, tanto de agua dulce como de agua de mar. Estos incluyen pantanos, lodos de cavernas, aguas termales, lagos, estuarios marinos, sedimentos del antártico, plantas purificadoras de agua, etc. A diferencia de las BMT aisladas en el hemisferio norte (Italia, EEUU), que migran hacia el norte, las BMT aisladas en el hemisferio sur (Sudamérica, Australia) se orientan hacia el polo magnético sur de la Tierra. Un dato muy interesante es que las muestras de agua obtenidas de sedimentos cerca del ecuador geográfico (por ejemplo, del noreste de Brasil) contienen cantidades iguales de BMT que migran al norte o al sur.

Estudios actuales

A partir de su descubrimiento, hace ya más de 50 años, las BMT han sido objeto de múltiples estudios relacionados con diversas disciplinas científicas. Estas comprenden microbiología, química, bioquímica, física, geoquímica, mineralogía, cristalografía, limnología, oceanografía, biología evolutiva, e incluso astrobiología. Así, por ejemplo, se han encontrado partículas similares a los magnetosomas bacterianos en algas y en truchas, y hay reportes de cristales de hierro magnético en el cerebro humano, aunque no se conoce su función (incluso, se encontraron estructuras parecidas ¡en un meteorito proveniente del planeta Marte!).

Empleando la nueva tecnología genómica, ya se identificaron los genes y las enzimas bacterianas responsables de la síntesis y el ensamble de los magnetosomas. Por otra parte, se han contemplado variadas aplicaciones biotecnológicas y nanotecnológicas del magnetismo bacteriano, las cuales podrían ser el objeto de otro artículo. Igualmente, las respuestas a las interesantes preguntas de ¿cómo surgieron y cómo se han seleccionado las BMT a lo largo de la evolución? quedan pendientes de discutir.



SaberMás

Cervantes, C. (2015). El maravilloso mundo de las bacterias. Saber Más, 21:11-16. <https://www.saberamas.umich.mx/archivo/articulos/165-numero-219/325-el-maravilloso-mundo-de-las-bacterias.html>
Imágenes de la ciencia y la naturaleza: los magnetosomas. (2010).

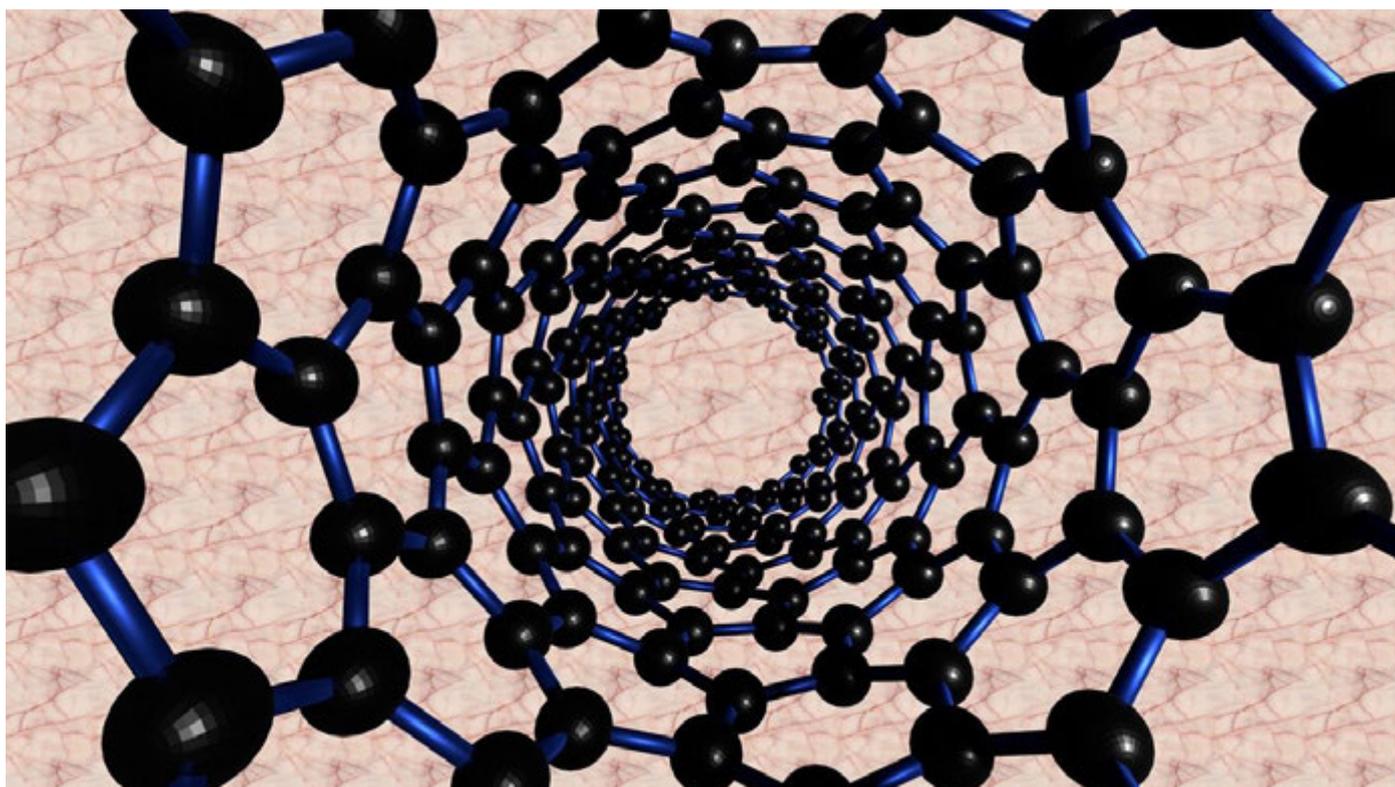
<https://lacienciaysusdemonios.com/2010/05/16/imagenes-de-la-ciencia-y-la-naturaleza-los-magnetosomas/>

Borrego J.J. (2010). La "brújula" de las bacterias. <http://www.encuentros.uma.es/encuentros36/brujula.html>

TECNOLOGÍA

La investigación básica: Un camino hacia la tecnología actual

Marisol Báez Magaña



D.C. Marisol Báez Magaña, egresada del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, realizó su tesis doctoral en el Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología de la Facultad de Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
solbaez2@gmail.com

Hace algunos años cuando veía en las redes sociales, revistas o televisión, sobre los científicos que estaban estudiando la naturaleza y comportamiento de algún animal o microorganismo raro que solo podía vivir en condiciones muy especiales, como el fondo del océano, plantas que viven en ambientes extremos, la búsqueda de partículas relacionadas con el origen del universo, o el descubrimiento de nuevos planetas, me provocaban preguntas como ¿Eso para que sirve? ¿Esos descubrimientos tienen alguna aplicación a la vida diaria?

Seguramente hay muchas personas que les pasó lo mismo, de hecho, ahora que me encuentro un poco más sumergida en el maravilloso mundo de la ciencia, varias veces se me han acercado las personas a preguntarme sobre mi trabajo, pero cuando les trato de explicar no parecen quedar tan satisfechas con la respuesta, parece no agrandarles tanto la idea de que yo no esté buscando una cura

para el cáncer o para la diabetes. Esta clase de comentarios siempre me hacen recordar cuando no entendía porque se estudiaban cosas que no tenían una aplicación a la vida diaria inmediata.

De acuerdo con Ruy Pérez Tamayo la ciencia no debería de clasificarse en "ciencia básica" y "ciencia aplicada", ya que todo el conocimiento que se genera tarde o temprano tiene una aplicación, sin embargo, esta clasificación se utiliza sobre todo con fines administrativos y burocráticos de los organismos encargados de la distribución de los recursos a los científicos.

Ahora mi punto de vista hacia la investigación ha cambiado, ahora entiendo que mucha de la información que se genera puede ser necesaria en el futuro, aunque en el presente aun no le encontremos una aplicación, como ha ocurrido desde hace miles de años, con conocimientos que fueron generados por las culturas antiguas como los griegos y que fueron necesarios para desarrollar la tecnología actual, existen muchos ejemplos que podemos encontrar en las diferentes disciplinas de la ciencia, pero solo mencionaré algunos que personalmente me gustan, aclarando que no es una opinión experta, y tampoco significa que sean los más importantes ni los únicos, además mi objetivo al escribir este documento es despertar esa curiosidad innata que tenemos todos y que los lleve a buscar sus propios ejemplos favoritos, además de tener otra perspectiva de la investigación y entender la importancia de ésta y que no es una pérdida de tiempo, ni de recursos de un país o sociedad.

Tardígrados

Existe un animal muy pequeño que desde hace muchos años ha causado gran curiosidad a científicos de todo el mundo, son los tardígrados comúnmente llamados "osos de agua", estas pequeñas criaturas son capaces de suspender su metabolismo lo que les permite sobrevivir en condiciones extremas, se ha observado que después de un periodo de hasta 10 años en deshidratación y de ser sometido a la radiación, congelación y al vacío del espacio, logra volver a la vida. Esta ventaja se debe a que produce un tipo de sustancia que le permite tolerar la desecación formando sólidos amorfos no cristalinos (ejemplo de sólidos amorfos es el vidrio), se hipotetiza que estas proteínas generan una matriz amorfa, la cual, rodea las macromoléculas previniendo la desnaturalización, agregación, fusión y fragmentación. Es decir previene que todas las estructuras dentro de las células sufran daños graves, a diferencia de los organismos que no cuentan con esta ventaja, una vez que sus células se deshidratan, todas sus estructuras sufren daños tan graves que es imposible regresar a su estado original. Sin embargo, faltan muchas preguntas por contestar

por ejemplo ¿Cómo se lleva a cabo la formación de sólidos amorfos no cristalinos dentro de las células? y ¿Cómo se desencadenan las señales que permiten encender o apagar estos mecanismos de defensa?

Aunque no solo los tardígrados logran desarrollar estos mecanismos de defensa, existen otros organismos que logran protegerse de la deshidratación y la congelación ya que producen un azúcar llamado trehalosa, la hipótesis es que este azúcar reemplaza el agua en las células secas, protegiendo los componentes intracelulares de los daños causados por la desecación. Posiblemente la comprensión de este tipo de fenómenos permitirá en un futuro desarrollar cultivos de plantas que sean más resistentes a las sequías, el transporte de sustancias biológicas sin necesidad de refrigeración, aplicaciones en la industria farmacéutica y porque no pensar en los viajes espaciales y posiblemente otras áreas de las que ahora no somos capaces de imaginar.

Genética

Como imaginar que los estudios de la genética empezaron hace más de dos mil años, con los filósofos griegos, planteando ideas sobre como los hijos heredan características de los padres o abuelos y que, aunque se desconocía exactamente lo que estaba ocurriendo a nivel celular o molecular se entendía que se podían mantener y seleccionar ciertas características en las especies; esto permitió establecer dinastías como los egipcios, la selección de razas de caballos, de granos, plantas y frutos.

Sin embargo, fue hasta 1856 cuando el Monje Gregorio Mendel realizó un elegante experimento usando chícharos y observó cómo se podían seleccionar características en estos guisantes, demostrando la probabilidad de obtener ciertos caracteres planteando la existencia de los genes dominantes y recesivos. Con estas observaciones fueron planteadas las leyes de la herencia y la genética moderna, fue a partir de los descubrimientos de Mendel que la investigación en genética empezó a dar pasos gigantescos hasta llegar a la biología molecular, ahora todos en algún momento hemos escuchado sobre el ADN, que en él están nuestros genes, es ahí en donde se guarda toda la información de lo que somos, que con un análisis de ADN podemos saber quiénes son nuestros padres biológicos, o de las enfermedades que probablemente podemos sufrir.

Es importante recordar que sin las ideas generadas hace cientos de años ahora no se estaría desarrollando la medicina genética, la cual plantea la idea de eliminar o "arreglar" genes desde antes del nacimiento, para curar cierto tipo de enfermedades que no pueden ser tratadas a través de fármacos.

Grafeno

Los estudios sobre el grafeno son muy interesantes y la historia es muy parecida a la de muchos otros materiales que son estudiados por primera vez, el caso del grafeno empieza con el químico británico Benjamín Brodie, quien en 1859 observó que al exponer el grafito (material del que está hecha la mina del lápiz) a ácidos fuertes obtenía algo a lo que llamó ácido carbónico. Sin embargo, fue hasta más de un siglo después, gracias al desarrollo de herramientas como los microscopios super potentes y la cristalografía de rayos-x que observaron unas finas capas de este material que lograron caracterizar física y químicamente esta molécula a la que llamaron grafeno.

Fue hasta el 2004 que Sir Andre Konstantin Geim junto a otros científicos empezaron a reportar las propiedades extraordinarias que presenta este material tan común que lo encontramos en los trazos de nuestro lápiz. Algunas de las características del grafeno son: 1) Es más fuerte que el acero, pero mucho más ligero y flexible, 2) Es un buen conductor de la electricidad y del calor, y a la vez es transparente, 3) Es el primer material en el mundo en tener una estructura 2D y ser un millón de veces más pequeño que el diámetro de un cabello humano.

Por todas estas increíbles características es que se le buscan aplicaciones en diferentes áreas, solo mencionaré algunos ejemplos, en biomedicina para crear nanopartículas y ayudar a llevar los fármacos hasta el lugar preciso del organismo en el que se necesiten; en combinación con recubrimientos, coberturas y pinturas para ayudar a evitar corrosión y el deterioro causado por el óxido en naves, autos y en la construcción en general; en ropa y equipo deportivo; en electrónica como pantallas de celulares y tabletas electrónicas para que puedan enrollarse como un papel periódico, baterías

que puedan cargarse decenas de veces más rápido que las actuales y con cargas más duraderas, celdas solares; membranas para desalinización del agua o separación de gases y en sensores para incrementar la producción de cultivos importantes en la agricultura. La mayoría de toda esta investigación se realiza en el Instituto Nacional del Grafeno en la Universidad de Manchester en el Reino Unido.

La calculadora electrónica

En este caso voy a utilizar el ejemplo de Mario Bunge y lo cito textualmente, porque considero que es un gran ejemplo bien explicado "La calculadora electrónica es un producto industrial en cuyo diseño y fabricación intervino una técnica avanzada imposible sin la física del estado sólido, que a su vez se funda sobre la mecánica cuántica y otros capítulos de la física contemporánea. Estas teorías no fueron inventadas para resolver problemas prácticos sino para abordar problemas científicos, tales como el de la estructura de los átomos y de las estrellas. Si se tiene en cuenta que la primera teoría atómica fue formulada por filósofos griegos en el siglo V antes de nuestra era, y que la astrofísica nació a mediados del siglo pasado, se comprende que la calculadora es una descendiente remota de especulaciones filosóficas y de teorías y experimentos científicos comenzados hace 25 siglos". Así como la calculadora, este ejemplo funciona para cualquier aparato electrónico que usamos hoy en día, los cuales son posibles gracias a los conocimientos sobre las matemáticas, la física y la química que fueron generados hace meses e incluso miles de años con el propósito de entender la naturaleza.

De lo que si estoy completamente convencida es que la investigación básica es el cimiento que permite que desarrollo del mundo que conocemos y mientras que ésta se siga apoyando sin menospreciarse, el mundo seguirá cambiado y mejorando.



Pérez-Tamayo, R. (2001). Ciencia básica y aplicada. *Salud Publica Mex.*, 43(4):368-372. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342001000400013

de la Peña, C. y Loyola-Vargas V.M. 2017. De la genética a la epigenética. La herencia que no está en los genes, Fondo de Cultura Económica, SEP, CONA-CyT, 288 pp.

Solano-Muñoz, H.J. 2015. Grafeno, el material del

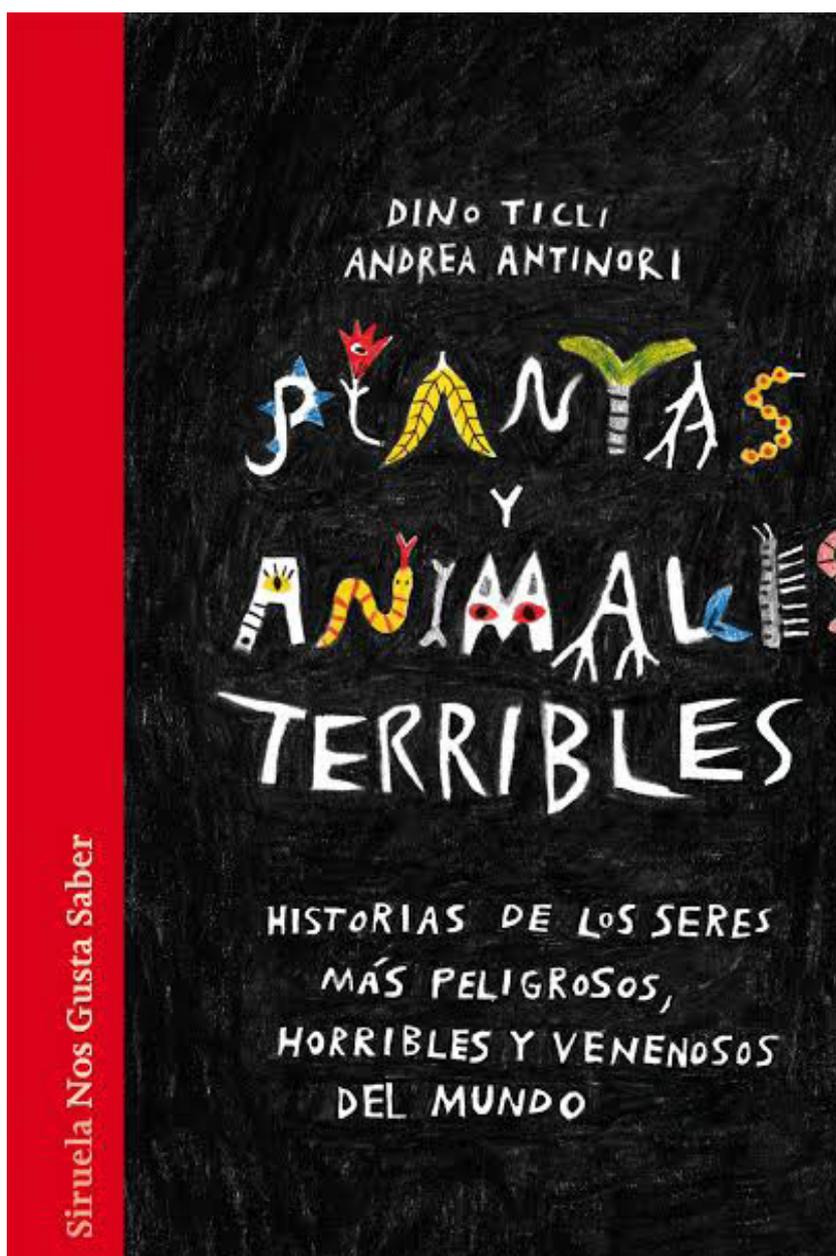
futuro y sus aplicaciones médicas. *Ciencia y Tecnología*, 31(2): 28-36. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cienciaytecnologia/article/view/25389/25630>

Bunge, M. (1984). Ciencia básica, ciencia aplicada, técnica y producción: diferencias y relaciones. Ponencia en INTEC, IX(2):167-182. https://www.researchgate.net/publication/320590383_Ciencia_basica_ciencia_aplicada_tecnica_y_produccion_diferencias_y_relaciones

UNA PROBADA DE CIENCIA

Plantas y animales terribles

Horacio Cano Camacho



Horacio Cano Camacho, Profesor Investigador del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología y Jefe del Departamento de Comunicación de la Ciencia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
hcano1gz1@mac.com

Le tenemos un pánico terrible a “los bichos”. Nos han enseñado que a todo lo que se mueve hay que ajusticiarlo. En casa, cualquier cosa que se mueva está condenada a morir porque “puede resultar peligrosa”. Y hasta lo verdaderamente peligroso, lo sobredimensionamos.

Desde niños nos enseñan que las arañas, los lagartijos, los gusanos, las cochinillas de humedad, son víctimas de nuestra ignorancia o, mejor dicho, de la ignorancia de los adultos. Hay más de 3000 especies de cucarachas y por dos o tres que pueden resultar dañinas, todas han perdido...

Las arañas se encuentran entre las que más sufren nuestra incompreensión. Hay 43000 especies en todo el mundo y solo alrededor de 30 tienen veneno realmente dañino para los humanos. Ahora, que tengan veneno no significa que nos piquen. Las arañas suelen ser animales muy tímidos, que solo nos atacarán si invadimos sus madrigueras y territorios, si nosotros las amenazamos. Lo mismo podemos decir de la mayoría de las plantas y animales "peligrosos".

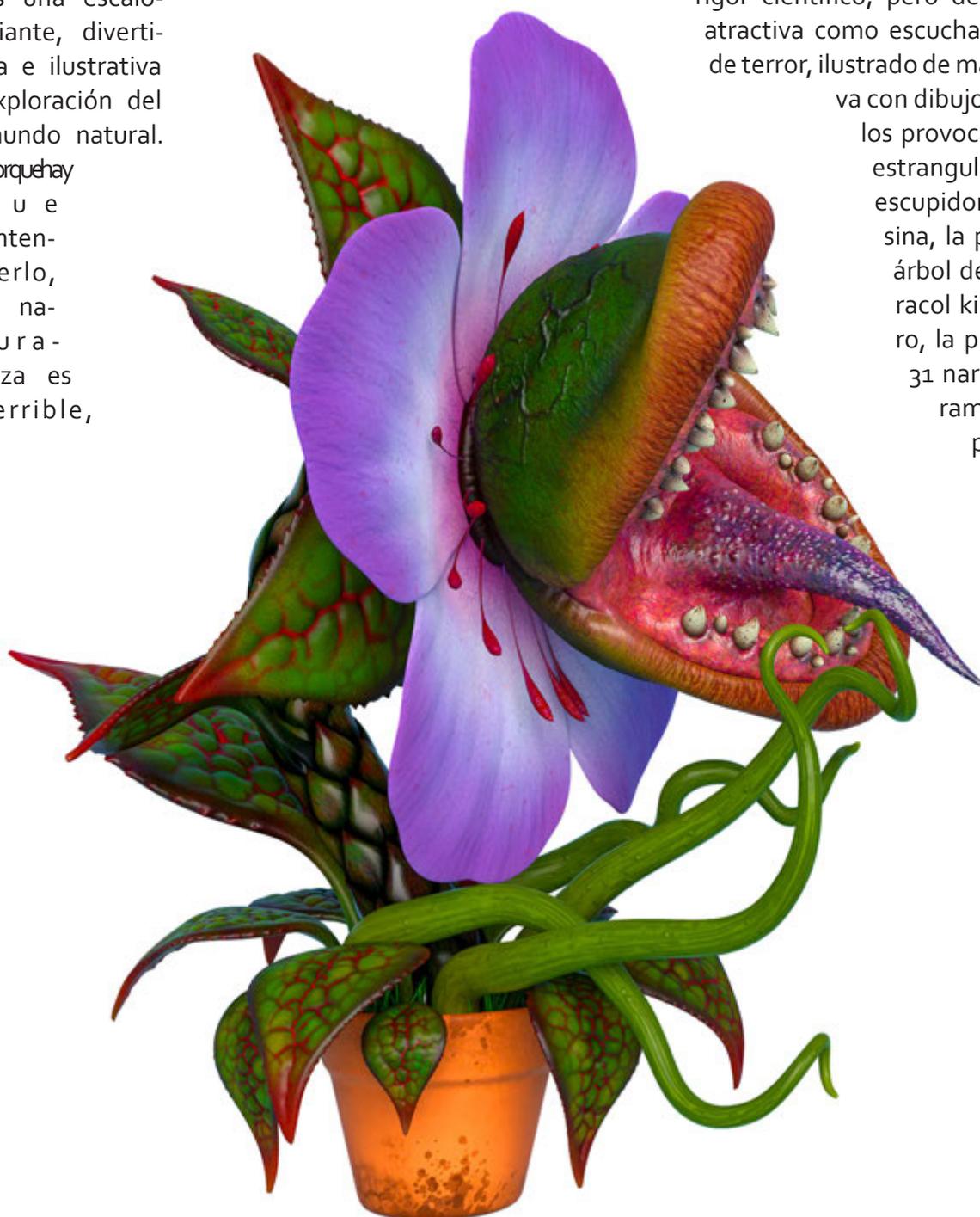
Todo esto viene a cuento por el libro que estoy a punto de recomendar. Se trata de un libro para chicas y chicos. Plantas y animales terribles, de Dino Ticli, ilustrado bellamente por Andrea Antinori. (Siruela, colección Nos gusta saber, 2019. ISBN 9788417624965). Este libro nos cuenta las "historias de los seres más peligrosos, horribles y venenosos del mundo...".

Este libro es una escalofriante, divertida e ilustrativa exploración del mundo natural. Porque hay que entenderlo, la naturaleza es terrible,

pero hermosa. Podemos encontrar plantas carnívoras, reptiles que lloran lágrimas de sangre, flores seductoramente venenosas, arañas que paralizan a sus presas para luego comerlas, peces eléctricos, tiburones con dientes gigantes...

Y es que la naturaleza es todo, menos sutil. Cuando vemos los estilos de vida de multitud de organismos, formas de alimentación, interacciones con otros organismos, resulta espeluznante, pero maravillosa. Son historias que todos, comenzando por los más chiquitos, deberíamos conocer porque son manifestaciones reales de la naturaleza. Esa naturaleza que debemos proteger como condición para nuestra propia sobrevivencia. Ignorarlo, ha causado la destrucción de muchos hábitats naturales y la extinción de diferentes especies, algunas de las cuales están desapareciendo sin que tengamos un registro mínimo.

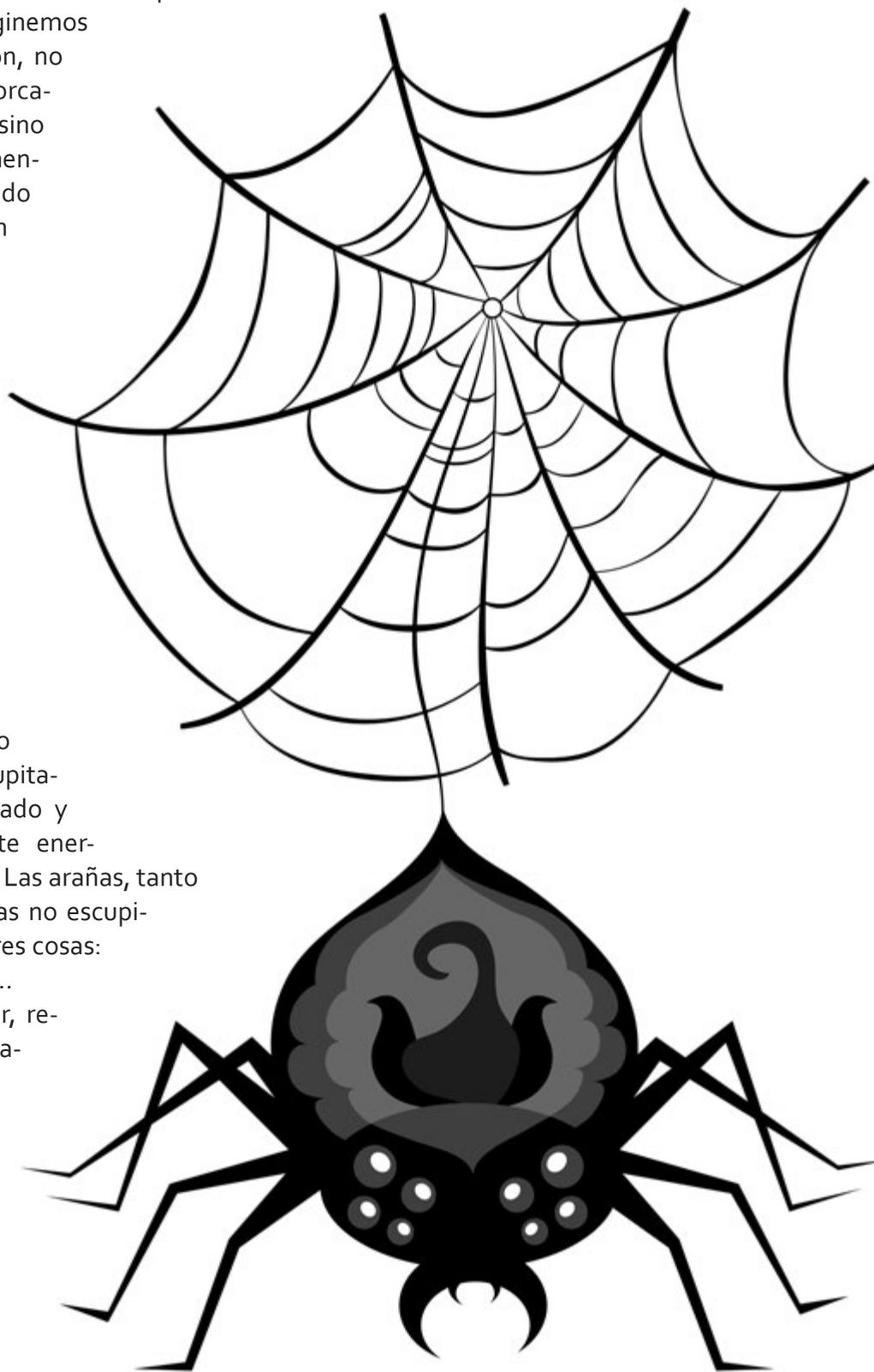
El libro está construido con un enorme rigor científico, pero de una manera tan atractiva como escuchar un buen cuento de terror, ilustrado de manera muy atractiva con dibujos originales y títulos provocadores: la higuera estranguladora, la araña escupidora, la chinche asesina, la planta vampiro, el árbol de la muerte, el caracol killer, el pez vampiro, la planta mataburros. 31 narraciones verdaderamente irresistibles para conocer y conversar, para chicos y grandes.



Cuando yo era niño, me encantaba escuchar historias de terror. Los narradores solían ser adultos “cuenteros” que sabían llamar nuestra atención, provocar un estremecimiento gozoso y ponernos alertas durante horas. Era un miedo que devenía en placer... Ahora imaginemos

que esas narraciones son, no sobre aparecidos, ahorcados, animas en pena, sino sobre hechos rigurosamente ciertos... Yo hubiera sido inmensamente feliz con un libro así, por que además de ilustrarme, me daría un discurso de éxito frente a los otros chicos. ¡Ya me imagino!

Una pequeña muestra: Las arañas escupidoras “Es verdad, se les llama arañas escupidoras, pero que nadie se vaya a pensar que se pasan el día haciendo competiciones de escupitajos: no sería muy educado y malgastarían inútilmente energía y preciosos recursos. Las arañas, tanto las escupidoras, como las no escupidoras, solo piensan en tres cosas: ¡comer, comer y comer!... Léase este libro y mejor, regale a sus hijos este maravilloso libro de “terror”.



LA CIENCIA EN POCAS PALABRAS

Las células guardianas

Claudia Marina López García y José López Bucio



Claudia Marina López García, estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. arinalopez2508@gmail.com

José López Bucio, Profesor investigador del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Laboratorio de Biología del Desarrollo Vegetal. jbucio@umich.mx.

Las plantas son organismos un tanto distintos a nosotros, ya que realizan un proceso fundamental, la fotosíntesis, lo que significa que son capaces de convertir el dióxido de carbono (CO_2) atmosférico en sacarosa, utilizando únicamente energía lumínica y agua. El CO_2 es un gas abundante en la atmósfera, generado de fuentes muy diversas, de manera natural se produce en incendios, erupciones volcánicas e incluso cuando respiramos. Los humanos liberamos este gas a través de la nariz, una cavidad que permite el intercambio gaseoso, los animales también cuentan con cavidades u órganos específicos para captar el oxígeno y liberar gases fuera del cuerpo.

Las plantas están conformadas por el follaje

y el sistema radicular. El primero consiste de hojas, tallos, flores y frutos, realiza las funciones de transpiración, es decir liberan el exceso de agua que circula desde el suelo transportando nutrientes, así como la reproducción y dispersión de las semillas. Por otra parte, la raíz permite el anclaje, la hidratación y la nutrición. Las hojas son láminas de color verde por la producción de clorofila, un pigmento fotosintético. Estos órganos están cubiertos por una cutícula protectora, entonces ¿Cómo es que se realiza la captación de CO₂?

Los estomas permiten el intercambio gaseoso, son orificios microscópicos que se distribuyen principalmente en las hojas y están formados por dos células conocidas como células guardianas o células guarda, que abren o cierran los poros en respuesta a fluctuaciones de las condiciones ambientales. Los estomas permiten el ingreso del CO₂, materia prima para producir sacarosa y otros azúcares, su apertura incrementa la entrada de CO₂ pero puede ocasionar la pérdida de agua, particularmente bajo condiciones de alta temperatura, e incluso pueden ser sitio de ingreso de microorganismos patógenos. Por lo tanto, la dinámica estomática es fundamental para la supervivencia de la planta.

¿Cuál es el origen de las células guardianas?

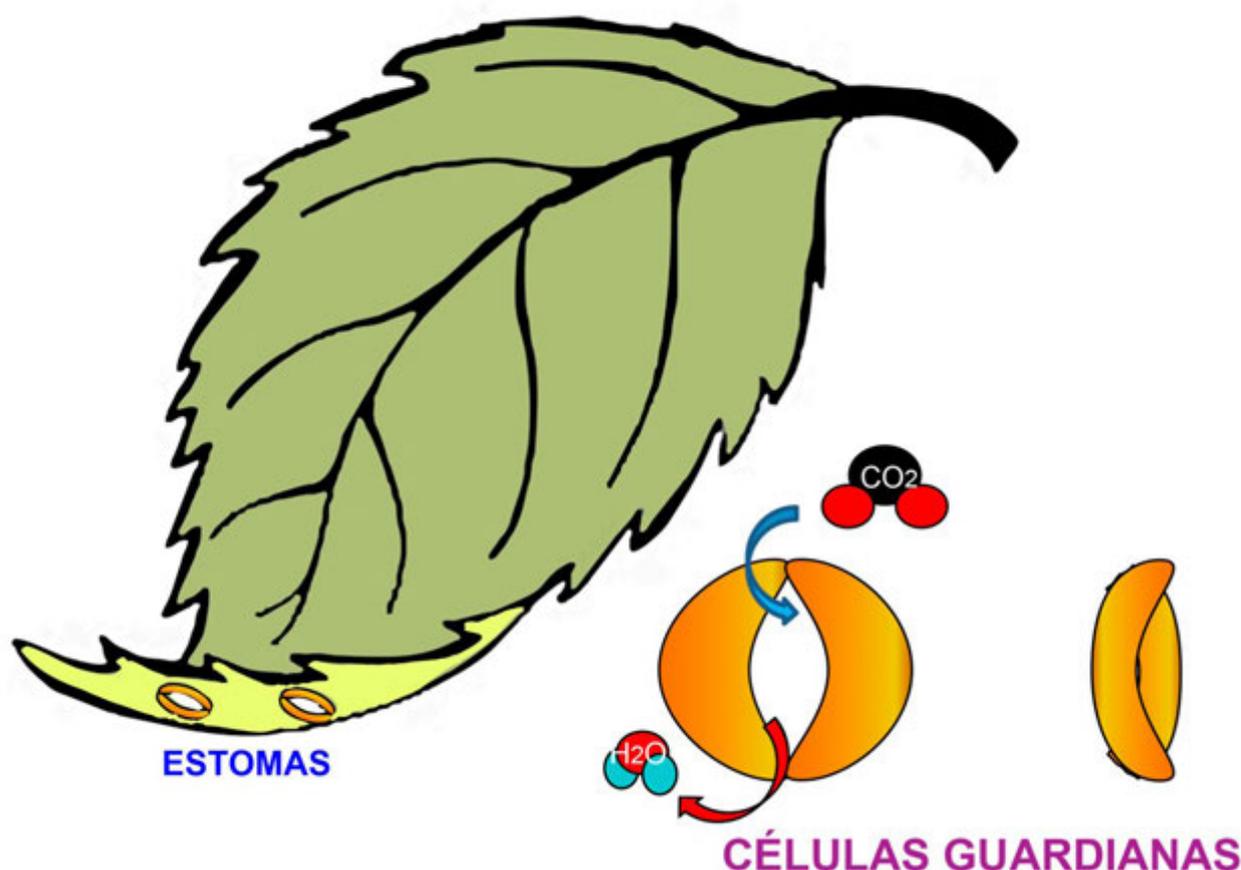
La epidermis de las hojas es una capa protectora, cerosa y brillante que se origina a partir de un tejido embrionario llamado protodermo y se diferencia en: 1) células guardianas, que permiten el intercambio gaseoso con el medio, 2) tricomas,

prolongaciones que confieren protección contra la desecación y ataque de herbívoros y patógenos, y 3) células planas, que aíslan las estructuras internas. La diferenciación de las células epidérmicas está coordinada por fitohormonas que regulan la expresión de genes, que les permiten cumplir con sus funciones. Las células guardianas son morfológicamente distintas del resto de las células epidérmicas, poseen una compleja red de señalización, alta capacidad para transportar iones y vías metabólicas modificadas que le dan la capacidad de cambiar rápidamente su volumen para modular la apertura de los estomas.

¿Cuál es su función?

Las plantas son organismos muy sensibles, que perciben las condiciones ambientales y modulan la fotosíntesis y transpiración con el objetivo de protegerse de cambios negativos para su desarrollo. Los factores ambientales que influyen en la apertura estomática son: la luz, la concentración de CO₂ y el agobio biótico o abiótico. El estrés biótico es generado por microorganismos y el abiótico por alta salinidad, limitación de agua, temperaturas extremas, etc. La luz y el CO₂ favorecen la apertura, mientras que ambos tipos de estrés inducen el cierre de los estomas.

Es por ello, que la principal función de las células guarda es cerrar el estoma en caso necesario, para evitar la pérdida de agua o una posible infección en las hojas, integrando los cambios en estos factores y generando una respuesta que incremen-

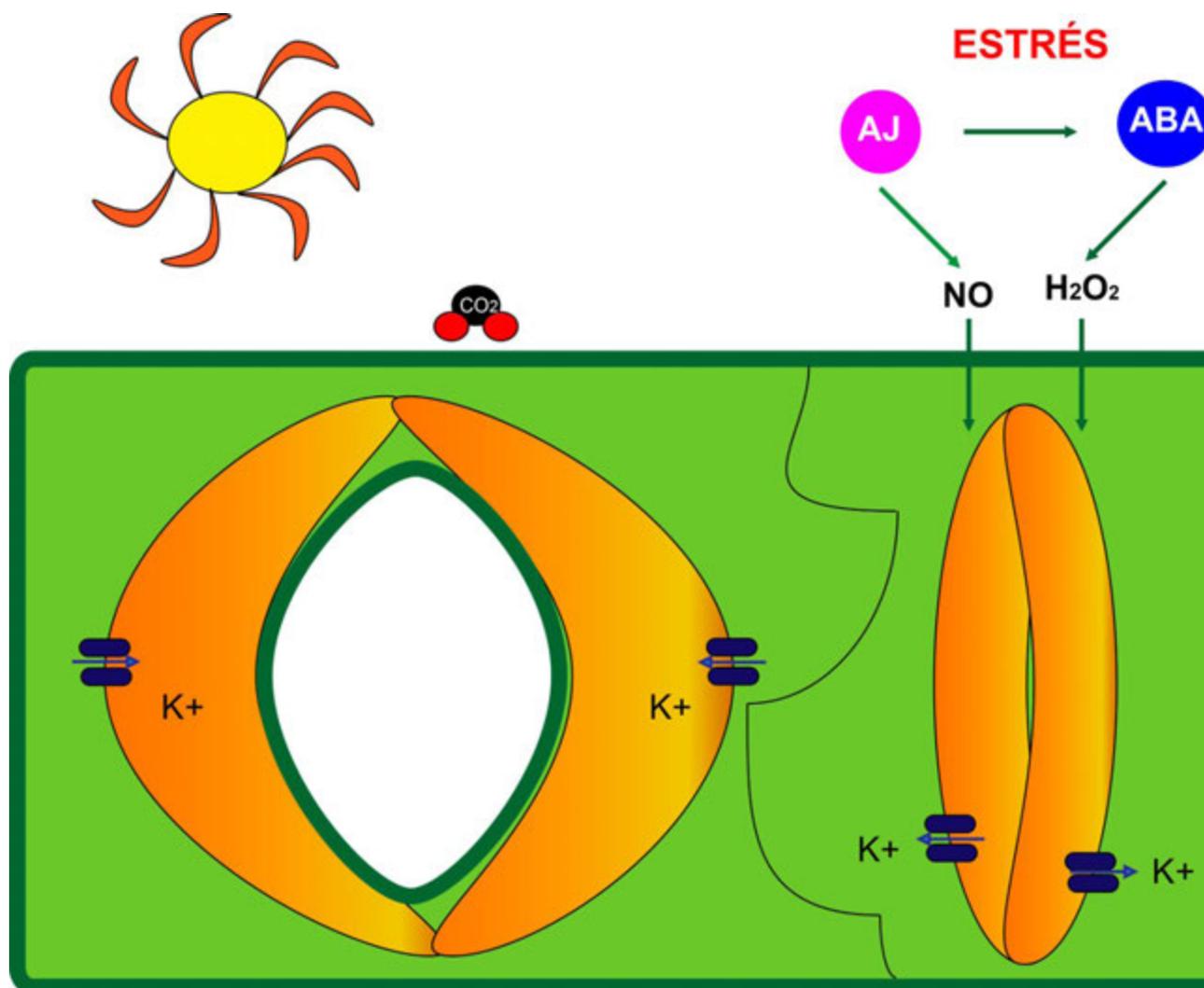


te o disminuya su turgencia, respectivamente. Estos cambios se realizan por modificaciones en la organización del citoesqueleto, en la cantidad de iones y en la producción de algunos metabolitos. Cuando las células guardianas abren el estoma, aumentan su turgencia al activar una bomba de protones que induce la entrada de iones potasio (K^+) principalmente. Para cerrar el estoma ocurre lo opuesto, salen iones K^+ ocasionando una pérdida de volumen.

Señales de alerta

Las plantas envían la información del entorno a sus diferentes órganos y tejidos a través de

cascadas de señalización, las más conocidas implican la participación de hormonas vegetales. El ácido abscísico (ABA) media las respuestas al estrés abiótico y es el principal regulador de la apertura estomática. La salinidad, el frío o la sequía inducen su biosíntesis, al ser percibido por los receptores de las células guardianas, éstas incrementan los niveles de peróxido de hidrógeno. Por su parte el ácido jasmónico (AJ) conduce la defensa contra microorganismos, ya que inducen la producción de óxido nítrico (NO) y también la biosíntesis de ácido abscísico. El peróxido de hidrógeno (H_2O_2) y el óxido nítrico causan la salida de K^+ y conducen a la pérdida de turgencia, con el consecuente cierre del estoma, para minimizar los daños que cambios adversos en factores ambientales pudieran ocasionar a la planta.



Robles A.A.C. (2007). *Sobrevivir al estrés: cómo responden las plantas a la falta de agua*. *Biocología*, 14(CS3):253-262. http://www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/libro_25_aniv/capitulo_22.pdf

Castillo F.C. (2012). *Sistemas de transporte de K^+ de baja afinidad en "Arabidopsis thaliana L." absorción de K^+ por la raíz y papel de $AKT1$ en la transpiración*. Tesis Doctoral, Facultad de Biología, Universidad de Murcia. 165 p. <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/27673/1/Tesis%20Fernando%20Caballero%20Castillo.pdf>

Reyes A.J., Álvarez-Herrera J.G. y Fernández J.P. (2013). *Papel del calcio en la apertura y el cierre estomático y sus interacciones con solutos compatibles*. *Una revisión*. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 7(1):111-122. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas/article/view/2040

Reyes A.J., Álvarez-Herrera J.G. y Fernández J.P. (2013). *Papel del calcio en la apertura y el cierre estomático y sus interacciones con solutos compatibles*. *Una revisión*. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 7(1):111-122. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas/article/view/2040

Reyes A.J., Álvarez-Herrera J.G. y Fernández J.P. (2013). *Papel del calcio en la apertura y el cierre estomático y sus interacciones con solutos compatibles*. *Una revisión*. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 7(1):111-122. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas/article/view/2040

LA CIENCIA EN EL CINE

Próxima

Horacio Cano Camacho



Al común de los mortales ahora nos parece que viajar al espacio, al “aquí cerquita”, es una actividad rutinaria. Ser elegido quién sabe mediante que criterios, recibir un entrenamiento y listo. Poco a poco ha ido perdiendo el aura de sofisticación y riesgo que tuvo en los inicios de la exploración espacial.

Pero viajar al espacio, aun al más cercano, no es nada fácil. Yuri Alekséyevich Gagarin, fue el primer humano en realizar este viaje. El 12 de abril de 1961 el joven teniente de la fuerza aérea soviética pasó a la historia de la astronáutica y de la humanidad. En 1961 no se sabían muchas cosas de los viajes espaciales y existían muchas preguntas que requerían evidencias para responderse y que en la tierra no somos capaces de responder: ¿Un huma-

*Horacio Cano Camacho, Profesor Investigador del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología y Jefe del Departamento de Comunicación de la Ciencia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
hcano1gz1@mac.com*



no puede sobrevivir y tener una existencia en gravedad cero? La perrita Laika se había convertido, el 1957, en el primer ser vivo en orbitar la tierra y – también hay que decirlo- el primer ser vivo en morir en el espacio.

Se desconocía casi todo de las respuestas fisiológicas y psicológicas al espacio. Su viaje demostró que había mecanismos de adaptación a las condiciones agrestes de este lugar y se podía sobrevivir. Sin embargo, surgió otra pregunta ¿El cerebro humano puede funcionar sin gravedad? ¿Un hombre podría perder la capacidad de actuar racionalmente bajo el “horror” cósmico? Muchas preguntas en realidad...

Además de las preguntas fisiológicas había, por supuesto, muchos retos tecnológicos. Salir al espacio, tanto como levantar el vuelo, resistir la radiación, darle la vuelta al mundo y regresar vivo no son cosas que simplemente soñemos, de manera

que hay que calcular y diseñar los instrumentos para hacerlo posible. Muchos lo hacen realidad y unos más, realmente pocos, lo llevan a la práctica.

El segundo hombre en el espacio también fue de la Unión Soviética. Se trató de German Titov, hasta ahora el más joven en salir del planeta. Pero ir al espacio era hasta entonces, cosa de “hombres” hasta el 16 de junio de 1963, en que Valentina Tereshkova, una joven obrera de 26 años se convirtió en la primera mujer en orbitar la tierra. Realizó un viaje orbitando 48 veces el planeta, en una misión de tres días en solitario. Esta fue toda una hazaña. En tres días viajó más lejos que todos los astronautas norteamericanos combinados (hasta entonces) y demostró que no existía ninguna limitación para

que una mujer participara en la carrera espacial. Tereshkova, fue seleccionada entre más de 400 solicitantes para finalmente ser enviada en la misión Vostok 6 el 16 de junio de 1963.

Fuera de la Unión Soviética, el programa espacial se caracterizó por el sexismo y el racismo particularmente en los Estados Unidos. La primera mujer norteamericana en el espacio fue Sally Ride, quien tuvo que esperar hasta 1983 para viajar al espacio. Sin embargo, en la misma Unión Soviética que presumía de incluyente, la participación de la mujer se “olvidó” después del logro de “la primera”. Hasta 1982, Svatlana Saviskaya, también Soviética, se convirtió en la segunda mujer de la historia que viajaba al espacio. Ella tuvo que soportar las bromas machistas de sus compañeros en la estación espacial, quienes la recibieron con comentarios

hirientes al entregarle un delantal y decirle que su lugar era la cocina...

El camino ha sido muy duro para las mujeres, quienes ha demostrado una enorme capacidad, a veces muy superior a sus compañeros, incluso entre muchos especialistas que están convencidos que tienen mejores cualidades que los hombres en cuestión de adaptabilidad y respuesta en el espacio.

John Glenn, primer estadounidense en orbitar la tierra y héroe nacional aseguraba que las mujeres no deberían ir al espacio porque era una cuestión de "orden social". Muchas mujeres se han quejado, con justa razón, de la actitud de los medios de comunicación, que parecen estar más interesados en cuestiones intrascendentes respecto a las mujeres astronautas como el peinado, los tampones, el maquillaje o el "abandono de los hijos" que en los enormes retos y peligros que entraña salir del planeta. Por cierto, preguntas y preocupaciones que nunca le manifiestan a los astronautas hombres, es decir, machismo puro.

Aunque el número de mujeres astronautas sigue creciendo ("necesitamos más mentes de mujeres en la ciencia" dice Ellen Ochoa, primera mujer latina que viajó al espacio), la proporción sigue siendo muy desigual, cerca de 70 contra 600 hombres y las dificultades que enfrentan aunque se van superando, siguen existiendo.

Este largo preambulo es para presentar una película que aborda la situación de las mujeres que deciden emprender una carrera de astronautas. Se trata de *Próxima*, cinta francesa de la directora Alice Winocour (*El protector*, *Augustine*), con un guión de la propia Winocour y que se estrenó este año. La película trata Sarah (Eva Green), una astronauta francesa se encuentra en la preparación de lo que será su primer viaje espacial. Sarah es una mujer que siempre tiene al lado a su hija, con la que mantiene una estrecha relación propia de madre soltera.

El camino profesional para Sarah no es nada fácil, sobre todo con respecto a su hija, a la que tiene que dejar durante el año que durará la misión. Pero ella está decidida a ser la mejor en esta carrera, que es también su pasión. La película francesa se adentra en todo un dilema aplicable a un porcentaje amplio de las mujeres de nuestro tiempo, el conflicto por mantener un equilibrio entre la vida personal y la laboral. Y es un tema que se complica cuando se trata de la cuestión sobre la maternidad.

La vida en pareja se puede solucionar en estos tiempos, pero la presencia de los hijos parecería complicar las cosas. Sobre todo si la participación masculina en su crianza es marginal, como suele ser, por desgracia. Al conflicto de los hijos, sumamos la enorme presión que la preparación exige

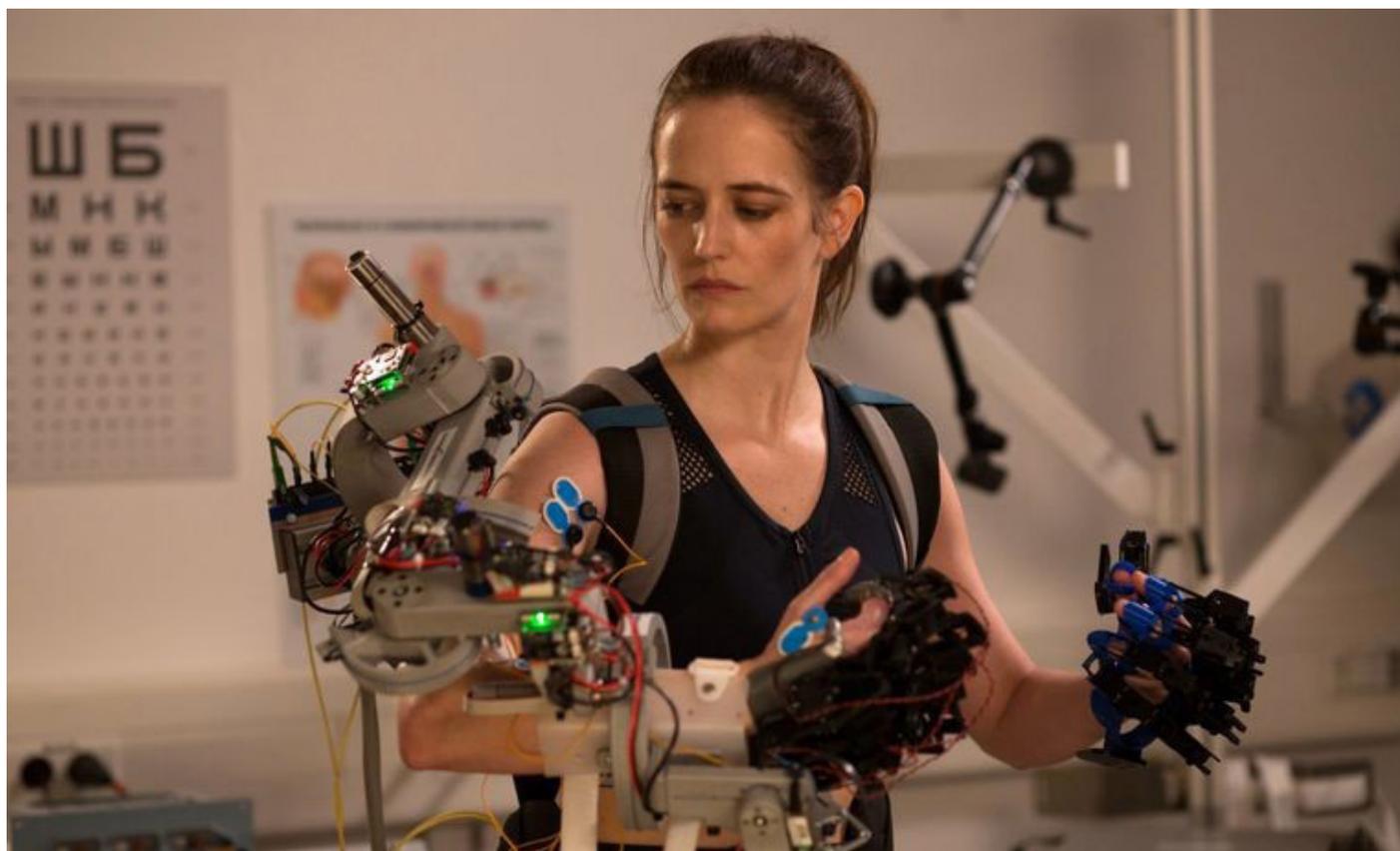


y que hay que reconocerlo, ignora casi completamente muchas de las necesidades de las mujeres. Próxima aporta una mirada femenina a este asunto, que como lo hemos comentado arriba, parecería pensado por hombre y exclusivamente para ellos.

Otro aspecto muy interesante de la película es que sustituye los aspectos épicos en los que suelen centrarse las historias de las misiones espaciales, con un enfoque basado en la preparación, la complejidad y las historias detrás de cada viaje. En Próxima nos asomamos como por una ventana a trabajos que están muy lejos de un simple rutina, en donde cada aspecto es revisado, ensayado, armado, desarmado... porque de ello depende no solo el éxito de una misión, sino la vida de las y los astronautas y en donde un error, por sencillo que sea tienen un costo muy elevado.

Es una película de un realismo muy abrumador, pero elegante, con una Eva Green en su mejor papel. Indaga, no resuelve, el conflicto que asumen las mujeres en cada paso que dan para desarrollar todo su potencial. Un trabajo doble y muy superior al que los hombres nos enfrentamos. Es un mundo hostil, hecho por los hombres y con pocas consideraciones con las mujeres, en donde falta, efectivamente la mirada de ellas.

De manera muy especial, esta cinta explora el esfuerzo físico y mental de Sarah para mantenerse firme en un entorno masculino y machista, y constituye un muy lúcido ensayo sobre la maternidad y los problemas de las mujeres para hacer compatible su vida familiar y laboral. Es una exploración perspicaz, emocionante y crítica de las dificultades reales de las mujeres en la vida profesional y laboral, en donde no obstante, siempre serán insustituibles...



EXPERIMENTA

Separación de pigmentos de las plantas

Rafael Salgado Garciglia

MATERIALES

3 hojas de diferente color
(3 verdes, 3 amarillas y 3
café o rojizas)
3 frascos de vidrio de boca
amplia y 375 ml
aproximadamente
3 tiras de papel blanco
absorbente de cocina
5X15 cm
3 clips
1 tijeras
1 cuchara
Alcohol



Esta estación del año es ideal para aprender a identificar los principales pigmentos que se producen en las hojas de las plantas, como las clorofilas, los carotenos y las antocianinas. Para que puedas verlos con claridad ¡Vamos a experimentar con las hojas de diversas plantas!

Con la ayuda de tu maestro o de tus papás, busca entre los árboles cerca de tu casa o escuela, las hojas de diferente color, córtalas en tiritas pequeñas y colócalas en frascos por separado. Ya que tengas los 3 frascos con las hojas adiciona 50 mL de alcohol (aproximadamente 4 cucharadas), agita fuertemente con una cuchara, tapa cada frasco y deja reposar por 1 hora. Posteriormente, coloca una tira de papel en cada frasco, de tal manera que la tira toque el fondo del frasco y sujétala con un clip en la parte superior. Mientras ves que los pigmentos suben por el papel. No muevas los frascos.

Esto que acabas de realizar es una cromatografía en papel, un método que se utiliza para separar compuestos de una mezcla, es por eso que observas la separación de pigmentos: de las hojas verdes, principalmente las clorofilas; de las amarillas, los carotenos; y de las café y rojizas, las antocianinas. El principio de separar los pigmentos es por el fenómeno denominado capilaridad, el alcohol impregna el papel y sube, llevando con él los pigmentos, separándolos por peso molecular y carga iónica. Esto también puedes hacerlo con frutos y flores, podrás identificar otros pigmentos



Bebidas con ciencia...

Horacio Cano Camacho

El chocolate procede del árbol del cacao o cacahuaquahítl entre los toltecas (*Theobroma cacao* L). Existen varias palabras para referirse a él entre las culturas maya, azteca y tolteca. Los primeros son los creadores de las cinco bebidas que se elaboran con cacao: xocolatl o vino de cacao; chorote o bebida de cacao, maíz y piloncillo; chilatl (cacao, maíz y agua de lluvia) y el cacahoatl de maíz y cacao. Los aztecas lo mezclaban con tlilxóchitl o vainilla.

Es decir, el chocolate es una bebida netamente mexicana. Hay una leyenda que cuenta que Moctezuma Ilhuicamina tomaba chocolate antes de ir con sus numerosas concubinas. De México pasó a Europa en donde generó una verdadera pasión.



La planta de cacao responde a las condiciones ambientales produciendo miles de sustancias que le permiten combatir enfermedades, atraer o repeler insectos y otros herbívoros, protegerse de la radiación solar, etc. Estas sustancias tienen estructuras moleculares muy parecidas a otras en humanos, de allí su efecto en nosotros. El chocolate es una bebida muy compleja, que requiere de todos nuestros sentidos para apreciarse en toda su magnitud.

La bebida precolombina era amarga, a veces endulzada con miel. Los europeos le agregaron azúcar y los suizos le agregaron leche. Se sabe que fueron los alemanes quienes inventaron la tablilla que ahora conocemos, luego de un proceso de refinado que elimina partículas muy gruesas.



chocolate

Del árbol se recolectan las vainas de donde se extraen las semillas (alrededor de 50 semillas por vaina o fruto). Estas son sometidas a un proceso de tostado y luego descascarado (de esta cáscara se hace el delicioso atole de chaqueta de Pátzcuaro). Las semillas sin su cubierta son molidas hasta rendir una pasta (el tradicional molido se hace aun en metate) muy amarga que luego se mezcla con azúcar y los otros ingredientes (nuez, avellana, vainilla, leche, etc.). La pasta es



