

# Saber Más

## Revista de Divulgación

de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



# UMAMI: el quinto sabor



Entrevista a José Arnulfo Blanco García,  
profesor e investigador en la Facultad de Biología UMSNH

- ¿De dónde vienen y a dónde van las aguas subterráneas?
- Torres de Hanói, un rompecabezas matemático
- Saliva y enzima alfa amilasa: esenciales para la digestión
- UM270: una bacteria michoacana
- Entre viudas y violines: arañas de importancia médica en México

Año 5 / No. 27 / Mayo - Junio / 2016  
Morelia, Michoacán, México  
U.M.S.N.H.

ISSN 2007-7041



Contenido



22



16



34

Entérate

- ¿Una vacuna universal contra el cáncer? 5
- ¡Microorganismos que degradan el plástico! 6
- Laboratorio de innovación en sustentabilidad energética 7

Entrevista

José Arnulfo Blanco García 8

Artículos

- ¿De dónde vienen y a dónde van las aguas subterráneas? 16
- Torres de Hanói, un rompecabezas matemático 19
- Umami, el quinto sabor** 22
- Saliva y enzima alfa amilasa: esenciales para la digestión 27
- UM270: una bacteria michoacana 31
- Entre viudas y violines: arañas de importancia médica en México 34

Tecnología

Cocinas solares: tecnología ecológica 39

Una probada de ciencia

Comer sin miedo 42

Ciencia en pocas palabras

¿Qué es carcinogénesis? 44

La ciencia en el cine

Black mirror 46

Experimenta

49



31



27



19



### Rector

Dr. Medardo Serna González

### Secretario General

Dr. Salvador García Espinoza

### Secretario Académico

Dr. Jaime Espino Valencia

### Secretario Administrativo

Dr. Oriel Gómez Mendoza

### Secretario de Difusión Cultural

Dr. Orlando Vallejo Figueroa

### Secretario Auxiliar

Dr. Héctor Pérez Pintor

### Abogada General

Lic. Ana María Teresa Malacara Salgado

### Tesorero

C.P. Adolfo Ramos Álvarez

### Coordinador de la Investigación Científica

Dr. Raúl Cárdenas Navarro

SABER MÁS REVISTA DE DIVULGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, Año 5, No. 27, Mayo - Junio, es una Publicación bimestral editada por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo a través de la Coordinación de la Investigación Científica, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316 74 36, [www.sabermas.umich.mx](http://www.sabermas.umich.mx), [sabermasumich@gmail.com](mailto: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, 09 de mayo de 2016.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

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



### Director

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

### Editor

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

### Comité Editorial

Dr. Raúl Cárdenas Navarro  
Instituto de Investigaciones Agropecuarias y  
Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás  
de Hidalgo, Morelia, Michoacán. México.

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

Dr. Luis Manuel Villaseñor Cendejas  
Instituto de Física y Matemáticas, Universidad  
Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia,  
Michoacán. México.

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

### Asistente de Edición

L.C.C. Roberto Carlos Martínez Trujillo  
C.P. Hugo César Guzmán Rivera  
Fernando Covián Mendoza  
M. C. Cederik León De León Acuña

### Diseño

L.C.C. Roberto Carlos Martínez Trujillo  
C.P. Hugo César Guzmán Rivera  
M.D.G. Irena Medina Sapovalova

### Correctores

Edén Sarai Barrales Martínez

### Administrador de Sitio Web

C.P. Hugo César Guzmán Rivera

### Podcast

M. C. Cederik León De León Acuña  
Mtro. Luis Wence Aviña  
Mtra. Alejandra Zavala Pickett



## Editorial

Con los avances de la ciencia y tecnología, en la actualidad se generan diversos productos útiles en salud, alimentación, comunicación y transporte, cada vez innovando hacia la obtención de tecnologías limpias y amigables con nuestro entorno. Esto, lo podemos apreciar al leer las notas científicas de la sección **Entérate** de este número de *Saber Más*, donde se describen los avances en la búsqueda de una vacuna universal contra el cáncer; el descubrimiento de microorganismos que degradan uno de los mayores contaminantes del planeta, el plástico; y, que en nuestra institución (Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo) se desarrolla un proyecto de innovación para producir energía eléctrica a partir de fuentes renovables como la eólica, solar y de biomasa, con la creación del Laboratorio de Innovación en Sustentabilidad Energética. Un producto de energías limpias son *Las cocinas solares*, en las que la radiación solar es aprovechada para la cocción de alimentos, artículo que te presentamos en la sección **Tecnología**.

Los avances científicos también son dirigidos a la conservación de la flora y la fauna de nuestro planeta, un ejemplo son los estudios de restauración ecológica, que consisten en desarrollar estrategias para la recuperación de ecosistemas que han sido dañados, degradados o destruidos. De este tema, de las áreas naturales protegidas, en particular del Parque Estatal Cerro del Punhuato y de la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca, el Doctor en Ciencias José Arnulfo Blanco García nos cuenta en la sección **Entrevista**, sobre sus investigaciones encaminadas a la conservación de los bosques en Michoacán.

Además, en este número de *Saber Más*, podrás responderte de dónde vienen y a dónde van las aguas subterráneas, conocer la leyenda interesante de un rompecabezas matemático *Las torres de Hanói* y su solución, leer sobre la importancia de la saliva y la enzima  $\alpha$ -amilasa para la digestión, enterarte de la gran aportación científica de investigadores nicolaitas con el estudio del genoma de la bacteria michoacana *Pseudomonas fluorescens* UM270, así como informarte de la importancia médica en México de las arañas viudas negras y violinistas. En el artículo de portada, los Dres. Rocío del Carmen Montoya Pérez y Alain Raimundo Rodríguez, nos explican que el *umami* es el quinto sabor y describen cuál es su sabor y en qué alimentos puedes descubrirlo.

En una **Probada de Ciencia** te invitamos a leer *Comer sin miedo*, un libro que muestra la importancia de la alimentación, sus mitos y realidades; en la sección **La Ciencia en el Cine**, en esta ocasión no sugerimos ver una película, pero sí una interesante serie de televisión llamada *Black Mirror*, que analiza nuestra relación con los objetos tecnológicos en diferentes épocas; si quieres *Saber Más* sobre *Carcinogénesis*, en la sección **La Ciencia en Pocas Palabras** se define esta interesante y actual palabra. Para los más pequeños, en la sección **Experimenta** te mostramos cómo *Crear un detector de calor*.

*Saber Más* te acerca a la ciencia, principal objetivo de este medio de divulgación científica, comparte tu experiencia recomendando la lectura de este número y recuerda... que también puedes acceder al formato de la App iOS.

**Dr. Rafael Salgado Garciglia**  
Director Editorial



Entérate



## ¿Una vacuna universal contra el cáncer?

Entre las investigaciones contra el cáncer, se ha estudiado la posibilidad de encontrar tratamientos empleando el sistema de inmunoterapia, es decir el diseño y uso de vacunas específicas que permita al sistema inmune responder contra algunos tipos de cáncer.

Con esta visión, un grupo de científicos liderados por el Dr. Ugur Sahin de la Universidad Johannes Gutenberg de Maguncia (Alemania), probaron en ratones y diversos pacientes, la aplicación de una vacuna contra algunos tumores cancerosos.

Para crear esta vacuna contra diversos tipos de cáncer, en pruebas de laboratorio se empaquetaron moléculas de ARN (nanopartículas), que son las que permiten al ADN producir proteínas, con lípidos y se las inyectaron a ratones. Estas moléculas de ARN previamente fueron diseñadas para expresar un antígeno en particular. La cubierta lipídica protegió el ARN, que normalmente habría sido descompuesto en el organismo, lo que permitió llegar a las células dendríticas y a los macrófagos (un tipo de glóbulos blancos) presentes en el bazo, los nódulos linfáticos o la médula ósea.

El hacer llegar estas moléculas de ARN hasta las células dendríticas del sistema inmune, se pro-

vocó una respuesta contra los tumores. Allí, el ARN indujo la producción de un antígeno específico para el cáncer, dando la señal necesaria para desatar una respuesta inmune dirigida y potente contra la enfermedad.

Aunque ya se ha probado esta técnica en tres pacientes enfermos de melanoma, cierto tipo de cáncer de piel, teniendo como resultado una respuesta del sistema inmune, aún queda por realizar investigaciones en animales o pacientes con otros tipos de cáncer como el cáncer de mama y el cáncer cervicouterino. Debido a que cada cáncer es diferente, no es posible utilizar una vacuna idéntica para cada paciente, la molécula de ARN

deberá ser distinta para que codifique el antígeno específico al tipo de cáncer que se quiere tratar.

Sin embargo, la técnica es muy prometedora, ya que el hecho de que casi cualquier antígeno se pueda codificar en ARN, este tipo de vacunas podría adaptarse a cualquier tipo de cáncer para provocar un efecto inmunitario contra los diferentes tipos de cáncer.

Esta investigación ha sido publicada en la revista Nature\*, en la que se establece que por ahora se están preparando ensayos clínicos en melanoma, cáncer de mama triple negativo (los de peor pronóstico), y otros tipos de cáncer como el cervicouterino durante el presente año, y en 2017 poder realizar ensayos clínicos de mayor tamaño para varios tipos de cáncer.

\* Kranz et al., 2016. Nature 534:396-401. <http://www.nature.com/nature/journal/v534/n7607/abs/nature18300.html>





Un grupo de científicos de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México, dirigido por la Dra. Herminia Loza Tavera, han identificado microorganismos, presentes en el ambiente, capaces de degradar plásticos con una alta eficacia como el hule espuma de colchones y suela de zapatos, uno de los más resistentes a la degradación.

En sus investigaciones encontraron tanto bacterias como hongos filamentosos, que no solo crecen en el poliuretano, un plástico muy versátil que se utiliza en la fabricación de infinidad de productos como barnices y ropa de licra, sino que logran degradarlo en niveles que alcanzan más de 50 %, bajo condiciones especiales de cultivo.

El aislamiento de bacterias, consorcios microbianos y de hongos filamentosos, se obtuvo a partir de muestras de aire, suelo y de plástico en proceso de degradación, realizando la siembra de éstas en cultivos *in vitro*, sobre medios de cultivo que contenían barniz de poliuretano, como única fuente de carbono, como modelo para estudiar la biodegradación. Estos microorganismos han sido identificados con técnicas de biología molecular y se ha demostrado que son capaces de degradar el barniz.

Una de las bacterias identificadas pertenece al género *Alicyciphilus*, que es capaz de crecer en ese medio y degradarlo. Se ha demostrado que ésta puede atacar los enlaces que constituyen el plástico (uretano, éster y éter), además reportaron la presencia de *Achromobacter* y *Acinetobacter*, cepas que también degradan plásticos.

Entre los hongos filamentosos identificaron un consorcio de *Cladosporium cladosporioides* que incluyen las especies de *C. pseudocladosporioides*, *C. tenuissimum*, *C. asperulatum* y *C. montecillanum*; además de los hongos *Aspergillus fumigatus* y *Penicillium chrysogenum*.

Estos microorganismos están siendo estudiados por su alto potencial como alternativa de la biodegradación, un proceso por el cual los compuestos químicos de los plásticos pueden ser transformados para reciclaje. Se ha logrado cuantificar la actividad enzimática durante la degradación del plástico y se estudian las enzimas responsables.

Hasta el momento, este trabajo se encuentra en la etapa de investigación básica, pero el proceso biotecnológico está por implementarse.

Entérate

## Laboratorio de innovación en sustentabilidad energética

Foto: <http://www.prensa.umich.mx>

**E**n la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), el investigador nicolaita Claudio Rubén Fuerte Esquivel, que encabeza el Cuerpo Académico "Sistemas y componentes eléctricos" de la Facultad de Ingeniería Eléctrica (FIE), desarrollarán un proyecto de innovación tecnológica para la generación de energías renovables, que les fue aprobado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología como parte de la convocatoria "Laboratorio de Innovación en Sustentabilidad Energética", con un apoyo de cerca de 31 millones de pesos.

Con el desarrollo de este proyecto, la Máxima Casa de Estudios de Michoacán se posiciona como punta de lanza en la innovación para la generación de energía renovable en el país, al responder desde lo local a temas pertinentes a nivel internacional. Con la creación de este laboratorio, en la UMSNH se realizarán proyectos

de interconexión de plantas de generación de energía eólica y fotovoltaica para producir energía limpia, cumpliendo con la necesidad nacional para la generación de energía eléctrica a corto plazo, apoyando a lograr que un alto porcentaje del total de la energía, provenga de fuentes renovables como la eólica, solar y de biomasa.

En este proyecto participa la Secretaría de Energía (SENER) a través del Centro Nacional de Control de Energía, así como investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México y del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.

Los objetivos a cumplir con este proyecto son principalmente el estudiar y aplicar el conocimiento e innovación de tecnologías para el desarrollo de energías sustentables, que reviertan el efecto de cambio climático, con el que se formarán recursos humanos de alto nivel, con la participación de estudiantes de licenciatura y posgrado de la UMSNH.

La UMSNH es líder en el tema, ya que hace tan sólo unas semanas, la Facultad de Ingeniería Eléctrica presentó la primera estación de carga de energía eléctrica asociada a la energía solar para automóviles en Morelia.



Claudio Rubén Fuerte Esquivel

Fuente: Noticias de la Coordinación de la Investigación Científica-UMSNH. <http://www.cic.umich.mx/noticias/110-nuevamente-umsh-a-la-cabeza-en-proyectos-de-energia-renovable.html>

Entrevista

## José Arnulfo Blanco García

Foto: Roberto Carlos Martínez Trujillo

Por Roberto Carlos Martínez Trujillo y  
Fernando Covián Mendoza

Biólogo egresado de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, con estudios de maestría y doctorado realizados en el Posgrado en Ciencias Biológicas del Centro de Investigaciones en Ecosistemas, ahora Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES) de la Universidad Nacional Autónoma de México, campus Morelia.

Actualmente es Profesor Investigador Titular A de Tiempo Completo en la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Coordinador del Laboratorio de investigación en Ecología de la Restauración y Coordinador del Jardín Botánico Nicolaita "Melchor Ocampo".

Cuenta con 15 publicaciones de carácter nacional e internacional. Ha presentado más de 23 ponencias en congresos y 11 conferencias a nivel nacional e internacional. Ha impartido docencia en nivel licenciatura y maestría en la UMSNH, UNAM e ITESM Campus Morelia, con materias como Ecología de poblaciones, comunidades y ecosistemas, Muestreo de comunidades vegetales, Biología general, Principios de ecología de la restauración y Manejo de recursos natura-

les. Ha dirigido nueve tesis de licenciatura y dos de posgrado.

Actualmente es responsable de dos proyectos de investigación en curso: uno apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología para realizar estudios sobre variación genética, nodricismo y ecología de los bosques de oyamel en la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca.

Durante 2009-2011 fue Director del Parque Estatal Cerro Punhuato en Morelia, Michoacán y tuvo a su cargo la responsabilidad de establecer el Jardín Botánico Cerro Punhuato. También ha acumulado varios años de experiencia en el tema de conservación y restauración de Áreas Naturales Protegidas de carácter estatal.

Entre sus líneas de investigación, destacan las de restauración ecológica, propagación de especies de plantas nativas con fines de reforestación y restauración ecológica, de especies arbóreas en peligro de extinción, elaboración de programas de restauración ecológica, inventarios de biodiversidad y de manejo de áreas naturales protegidas.

### ¿En qué consiste la restauración ecológica y cuál es su importancia para México?

Consiste básicamente en implementar estrategias y acciones, para recuperar ecosistemas degradados. Es una actividad muy ambiciosa cuyas metas han ido cambiando con el paso del tiempo. En este momento la restauración ecológica está muy de moda, porque apenas recién nos hemos hecho conscientes del nivel de degradación que hemos infringido a nuestro planeta, a nuestro país.

Nos hemos dado cuenta de que no solo hemos perdido plantas, animales, suelos, sino de que, también perdemos servicios vitales, como la provisión con calidad de agua, de suelos fértiles, de aire. Es así que el ser humano ahora ha echado mano de la restauración ecológica, tal vez pensando que esto le va a resolver el problema. Por eso, es importante para México.

### ¿Por qué se utilizan especies nativas para reforestación y restauración ecológica y no especies de otros lugares?

Especies de otros lugares siempre se han utilizado desde hace mucho tiempo en estas actividades. Es reciente la conciencia de utilizar especies nativas porque están más adaptadas a

las condiciones locales de donde se quiere hacer restauración y representan un riesgo mucho menor de convertirse en especies problemáticas o invasoras. Difícilmente cabría meter una especie exótica que no formaba parte original del ecosistema degradado.

### ¿Qué especies arbóreas se encuentran en peligro de extinción en Michoacán y en general en México?

Hay una gran cantidad de especies arbóreas que están en peligro de extinción. Si se consulta la norma oficial mexicana 059 de la Semarnat, que enlista la flora y la fauna en categoría de riesgo, se ve que hay muchas cactáceas y orquídeas y que, en el grupo de los árboles, también hay varias especies en esa categoría.

En Michoacán, por ejemplo, está el zapote prieto (*Diospyros xolocotzii*) de La Minzita, un árbol descubierto en 1987 para la ciencia por el maestro Xavier Madrigal. Sucedió hace 30 años y solo está registrado para la región de La Minzita, pero se han encontrado unos individuos en los límites con Guanajuato ¡Y son todos! Hay menos de 50 ó 60 individuos en todo el planeta.





En la cuenca de Cuitzeo tenemos varias especies de bosque mesófilo, como el sirimo (*Tilia mexicana*); también en la cuenca de Cuitzeo están la *Cedrela dugessii*, o nogalillo, y una leguminosa, *Albizia plurijuga* o *Albizia occidentalis*, que también están en la norma oficial mexicana en alguna categoría de riesgo.

En otros ecosistemas de Michoacán, como las selvas bajas y bosques espinosos, está el guayacán (*Guaiacum coulteri*), una especie ornamental que se usa para embellecer los pueblos en las partes más secas de tierra caliente. En las selvas medianas, en la Depresión del Balsas y en la vertiente de la Sierra Madre del Sur hacia la costa, hay también especies del género *Platymiscium* o *Dalbergia*, conocidas como granadillos y zangalicuas, ambas muy valoradas y extraídas como maderas preciosas. Tenemos en categoría de riesgo una buena cantidad de especies arbóreas, aproximadamente 40.

### ¿Cómo se determina cuáles son las áreas naturales que se deben proteger en nuestro país?

La historia de las áreas naturales protegidas (ANP) en nuestro país es muy compleja. Comenzó por decretarse parques -áreas de superficie relativamente pequeña-, sobre todo por su importancia turística. La visión actual ha cambiado, ahora se pretende ya no solo protegerlas por ser turísticas, sino que se decretan zonas que tengan amplios gradientes ambientales (de climas, suelos, vegetación, etc.), especialmente donde haya varios tipos de vegetación en buen estado de conservación; en zonas de mucho mayor tamaño, miles o decenas o centenas de miles de hectáreas, donde se puedan dar procesos genéticos en un contexto evolutivo también y -claro-, de conservación de la biodiversidad. El esquema ha cambiado muchísimo.

### ¿Qué aspectos se consideran para elaborar un programa de manejo de un área natural que se desea proteger?

Es un instrumento básico para que las áreas protegidas funcionen. Tradicionalmente, se pensaba que con tan solo emitir un decreto automáticamente, el área se iba a conservar, pero no ha sido así. La historia de la conservación en México nos ha enseñado que eso no funciona, porque los decretos casi siempre fueron hechos de manera unilateral, sin conciliarlos con los propietarios de los terrenos. Este esquema de protección ha sido casi siempre muy agresivo para ellos y producía un efecto contrario: la gente se sentía agraviada porque alguien venía de fuera a decirle, esto es área protegida porque hay plantas y hay animales relevantes, y ahora no vas a poder extraer. Este hecho resultó contraproducente.

Los programas de manejo sirven para delinear las acciones que están permitidas y las no permitidas dentro del ANP. Los puede elaborar la dependencia de gobierno encargada de las áreas protegidas, o a veces mediante servicios de consultoría con personal especializado. Ahora,

el programa de manejo se elabora de manera participativa con los propietarios de los recursos, con la parte gubernamental, quien administra el área protegida, y con la parte de la investigación, donde tenemos información muy valiosa.

### Usted ha sido un pionero en los estudios de conservación ambiental y director del Parque estatal Cerro del Punhuato, una reserva ecológica importante para la ciudad de Morelia ¿Qué estudios se realizan aquí? ¿En qué recae la importancia de mantener esta reserva ecológica?

Tuve la oportunidad de estar hasta el final del 2011 como director de ese parque estatal. Es un área natural protegida con solo 118 hectáreas, que no obstante, ¡son importantísimas para la ciudad de Morelia!

Lo explico: Esta ciudad tiene un serio problema, al igual que casi todas las ciudades de mediano y gran tamaño, pero aquí es más exacerbado, ya que Morelia ha tenido un crecimiento urbano muy desordenado, sin planeación y cometiendo un gran error al crecer sin una política de planeación y gestión de áreas verdes.





Por áreas verdes, no me refiero a jardineras o a camellones, sino a plazas grandes arboladas, a parques urbanos dentro de la ciudad que no solo tengan fines estéticos, sino que presten servicios ambientales, regulen el clima, le brinden recreación a la gente, que sirvan de refugio de fauna. De esas áreas no tenemos en Morelia. Dentro de la ciudad está el bosque Cuauhtémoc y paremos de contar.

Entonces, el cerro del Punhuato cumple una función importantísima porque es un área de refugio para mucha fauna. En ese sitio colegas míos investigadores de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo han encontrado más de 130 especies de aves, algo muy importante porque es una cifra muy cercana a casi la tercera parte de las aves de Michoacán,

que están concentradas en un espacio súper pequeño. Igual, en el cerro del Punhuato hay más fauna y mucha flora. Esta área brinda servicios ambientales para la ciudad como protección contra la erosión, mantenimiento de servicios hidrológicos, servicios de recreación y amortiguamiento del clima. Protegerlo y restaurarlo es importantísimo.

#### **¿En qué otros proyectos de restauración ecológica participa?**

Tengo varios años de experiencia en la restauración ecológica. En Nuevo San Juan Parangaricutiro, una comunidad indígena muy conocida, que ha sido premiada internacionalmente por el manejo forestal, que realiza con un enfoque comunitario, han diversificado el uso del bosque. Cuando yo estaba en mis estudios de posgrado colaboré



con ellos en restauración en ecosistemas muy adversos para establecer reforestaciones, como los arenales remanentes de la erupción del volcán Parícutín de 1943 a 1952, sitios planos con dos metros de arena completamente negra que logramos revegetarlos, porque la comunidad indígena quería tener un bosque para después aprovecharlo.

También tengo experiencia en revegetación de zonas altamente erosionadas (cárcavas) al sur del municipio de Morelia en la micro-cuenca de Atécuaro, donde tenemos experimentos para detener procesos erosivos y empezar a formar nueva cobertura vegetal.

Igualmente, experiencia en investigación en ambientes suburbanos como el del cerro del Punhuato, donde en una zona cercana a la ciudad

hemos estudiado el cambio de las trayectorias climáticas con el paso del tiempo, ya que hoy, para restaurarlo, ya no podemos establecer especies templadas, sino hacerlo con especies tropicales, porque cada vez hace más calor en la ciudad.

Ahora estoy más de lleno haciendo investigación sobre la ecología de los bosques de oyamel que son el hábitat invernal de la mariposa monarca, mediante un proyecto de ciencia básica en el Conacyt. Estamos evaluando la factibilidad de adaptar a esta especie de conífera al cambio climático, ya que se predice que este fenómeno ocasionará la desaparición o transformación de estos bosques.

**Respecto de este proyecto de investigación en la Reserva de la Biósfera**

**Mariposa Monarca, que es apoyado también por la Coordinación de la investigación Científica de la Universidad Michoacana ¿qué más puede decirnos de sus objetivos y metas?**

Es un proyecto muy complejo, novedoso, vanguardista. Recientemente con el Dr. Cuauhtémoc Sáenz-Romero del IIAF (Instituto de Investigaciones Agrícolas y Forestales de la UMSNH) nos hemos percatado de signos de decaimiento (enfermedades, plagas, estado de salud no adecuado) en los árboles de oyamel de la reserva y creemos que son indicios de que es muy sensible al cambio climático. Eso ocurre en todo el planeta, no todas las especies responden igual, unas lo hacen de mejor manera y otras, en cambio, muy rápidamente han resentido los efectos de incrementos en la temperatura promedio anual. Una de ellas es la del oyamel, y es una de las razones por las que fracasan las reforestaciones.

Las masas forestales adultas están visiblemente afectadas por plagas y enfermedades. Hay serios problemas, y creemos que desde la parte científica podemos dar alternativas de cómo hacer que puedan persistir estos bosques por más tiempo en la reserva, porque parece que están condenados a transformarse en otras comunidades vegetales mixtas.

**¿Además de su proyecto, qué otras acciones conoce para conservar esta reserva de la biósfera de la mariposa monarca?**

La reserva es un caso muy complejo con mucha historia de conservación, y de conflictos también. Desde que su inicio es un ejemplo de

una reserva que fue decretada sin conciliar con los dueños de los terrenos. Ahí, de repente resultó que por un fenómeno migratorio –carismático e impresionante-, de una mariposa viajando cada año 4 mil kilómetros, pues a la gente se le prohibió talar, extraer musgo y otras cosas más. Esto tuvo un efecto contraproducente.

La reserva de la biósfera mariposa monarca es una de las que ha recibido más recursos desde que fue decretada a mediados de los 80's. Hay una historia larga, muchas instituciones de investigación trabajando ahí, igual muchas organizaciones no gubernamentales (ONGs) que canalizan recursos financieros nacionales e internacionales y los aplican en trabajo comunitario, en programas de reforestación, de empleo temporal, etc. La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, a través de la Dirección de la Reserva, ofrece recursos e incentivos para la conservación de la biodiversidad. Dependencias como la CONAFOR y la COFOM aplican extensos programas de reforestación y restauración. Hay una gran cantidad de personas e instituciones trabajando temáticas muy diversas.

¿Qué le preocupa en este momento a la gente que trabaja en el área de la monarca? Por ejemplo, un programa sobre el agua, porque hay escasez para las comunidades locales, disminución de agua que también se está reflejando en la salud de los bosques, y nos explica los procesos de mortalidad de árboles que estamos observando. Esto es preocupante y está siendo estudiado, entre otros temas, por muchas personas.

**¿Qué es un Jardín Botánico y qué particularidades tiene el que se está desarrollando en la Facultad de Biología de nuestra Universidad?**

Es una colección de plantas vivas. Como siempre lo digo, es como ir al zoológico, donde en lugar de ver animales, vemos plantas vivas, aprendes de ellas, conoces sus nombres comunes y científicos, sus usos y lugares de procedencia.

Tienen temáticas diversas, los hay administrados por instituciones académicas que son meramente colecciones taxonómicas y reservorios de germoplasma de especies de



plantas. Hay otros con temáticas más variadas, algunos buscan también rescatar el tema de la etnobotánica, el conocimiento tradicional de las plantas con base en los usos que les han dado las personas. Nuestro jardín botánico en la Facultad de Biología, ha sido un proyecto que hemos tenido por varios años aquí, que por falta de infraestructura básica no se había podido desarrollar. Se ubica en cuatro hectáreas de un campus de la facultad.

En éste, vamos a tratar de recrear la topografía del estado de Michoacán: La Costa, la Sierra Madre del Sur, la Depresión del Balsas, el Eje Neo Volcánico y el Bajío Michoacano. Aparte, tenemos pensado recrear la vegetación arbórea original que tenía cada una de las zonas topográficas de la entidad. Adicionalmente, vamos a tener colecciones pequeñas de etnobotánica, recoger un poco de la historia de cómo algunas comunidades de Michoacán se han vinculado con las plantas: sus usos alimenticio, ornamental, religioso, medicinal. Hacía allá va nuestro jardín botánico. Después de muchos años, por fin tenemos energía eléctrica y eso va a detonar muchos procesos de construcción de infraestructura. Yo espero, tal vez a más tardar en cinco años, tener un jardín botánico establecido, funcionando y recibiendo público.

### ¿En qué pueden ayudar los ciudadanos para colaborar en la protección de las áreas naturales?

Esto es importantísimo. Visualizamos a las áreas naturales protegidas simplemente como lugares de esparcimiento, no muy conscientes de los otros servicios que prestan. La academia y el gobierno, tendríamos que hacer un esfuerzo por hacer que la gente salga de su casa y se vinculen con ellas. Las áreas protegidas son un reservorio de biodiversidad y si nos damos tiempo, la experiencia en contacto con la naturaleza es algo muy reconfortante y educativo: conocemos, hacemos ejercicio, nos relajamos.

¿Cómo podrían colaborar? No solo con programas de reforestación, que es como más participa la ciudadanía. Se requiere vigilancia ambiental, programas de educación y capacitación ambiental, brigadas de limpieza. Cualquier esfuerzo que sirva para ayudar a que estas áreas naturales sean más conocidas y



valoradas, es más que suficiente.

### ¿Gusta agregar algo?

Nos encontramos en el Laboratorio de Ecología de la Restauración, yo lo coordino y su objetivo es generar información que sirva para mejorar los procesos de recuperación ambiental. Tristemente, al parecer, ingenuamente y tal vez con irresponsabilidad el ser humano esté pensando: ya degradamos el planeta, pero no importa porque hay algo que se llama restauración que como una varita mágica va a aparecer de nuevo bosques y ríos limpios. No es tan sencillo.

Las experiencias de restauración en sitios muy degradados nos están diciendo que no es nada sencillo. Varios de los experimentos de restauración están terminando en resultados no esperados. Hemos degradado tanto los ecosistemas que no van a responder tan rápido, por más que hagamos estrategias y apliquemos medidas de intervención para recuperarlos. Es más eficiente y barato conservar los ecosistemas.

*Fotos: Proporcionadas por el entrevistado.*

Artículos

## ¿De dónde vienen y a dónde van las aguas subterráneas?

José Pérez Villarreal y  
Jorge Alejandro Ávila Olivera \*

¿Alguna vez se han detenido a pensar de dónde vienen y a dónde van las aguas subterráneas?

Poco valoradas pero muy presentes en nuestra vida cotidiana son las aguas subterráneas, para valorarlas tenemos que empezar por entender que nuestro “planeta azul” está cubierto en tres quintas partes de su superficie por agua. Sin embargo, solo el 2.5% del total de agua en el planeta es dulce. Al decir agua dulce indicamos que su contenido de sales es apto para el consumo humano.

Del total del agua dulce solo una pequeña parte está a nuestro alcance. El agua dulce del planeta se divide en glaciares (68.8%), subterráneas (30%), aguas superficiales y humedad de la atmósfera (0.4%), y suelos congelados llamados permafrost (0.8%).

Las aguas provenientes de glaciares solo están presentes en ciertas zonas del planeta. Las

aguas superficiales como los ríos y lagos, suelen estar tan contaminadas que no se pueden beber. La importancia de las aguas subterráneas radica en el hecho de que éstas se encuentran en casi cualquier lugar, además son limpias debido a los procesos naturales de filtración que se presentan durante su ingreso al subsuelo. A los lugares de donde se extrae agua subterránea se les denomina acuíferos. Entonces surge la primera pregunta

¿De dónde vienen las aguas subterráneas que alimentan a los acuíferos?

Las aguas que alimentan a los acuíferos pueden provenir de diferentes orígenes, como lo son el derretimiento de los glaciares, las lluvias, las infiltraciones de ríos y lagos, inclusive de otros acuíferos. Generalmente las lluvias son la fuente primaria que alimenta a los acuíferos. Una forma sencilla de entender un acuífero es considerando el ejemplo de un raspado, en el cual el hielo representaría al lugar de donde se extrae el agua (cuerpo rocoso ubicado en el subsuelo).

\* **MC. José Pérez Villarreal**, es estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en el Instituto de Investigación sobre los Recursos Naturales.

**Dr. Jorge Alejandro Ávila Olivera** es Profesor Investigador, del Instituto de Investigación sobre los Recursos Naturales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

La explotación de aguas subterráneas tiene sus limitantes. Al igual que el agua de un raspado el agua subterránea proveniente de un acuífero también se agota. Cuando se extrae más agua de la que le ingresa a un acuífero se dice que está sobreexplotado.

### ¿Las aguas subterráneas se agotan?

Se calcula que en México alrededor del 45% de los acuíferos están sobreexplotados. La sobreexplotación es un tema que ha llamado la atención debido a los largos períodos de tiempo en que se recarga en forma natural un acuífero (hasta varios miles de años). Al sobreexplotar un acuífero estamos tomando el agua subterránea de las generaciones futuras. La forma en que se sabe que un acuífero está sobreexplotado es a través de la medición de la profundidad a la que se encuentra el agua subterránea. Cuando ingresa agua al acuífero, la profundidad disminuye, y cuando se extrae agua subterránea la profundidad aumenta. Si al comparar mediciones de varios años se observa que la profundidad del agua subterránea aumenta, entonces se sabe que se está sobreexplotando al acuífero.

La sobreexplotación de un acuífero es un tema importante que debemos tener presente cada vez que hagamos uso del agua, ya que es muy probable que ésta provenga en buena parte del subsuelo. Por ejemplo, en algunas ciudades de nuestro país del total de agua que se consume, hasta el 90% es subterránea como son los casos de Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas.

Por eso, ahora podemos dar pie a la segunda parte de la pregunta

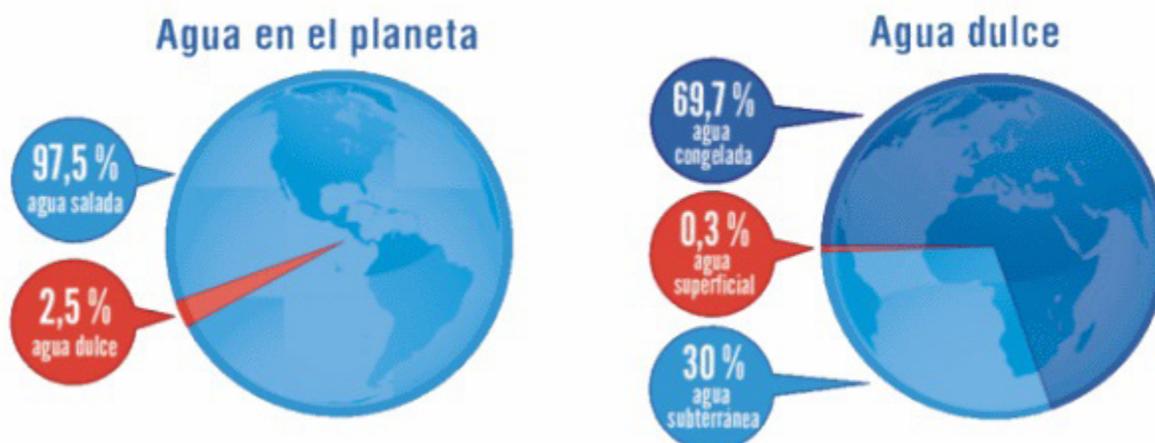
### ¿A dónde van las aguas subterráneas?

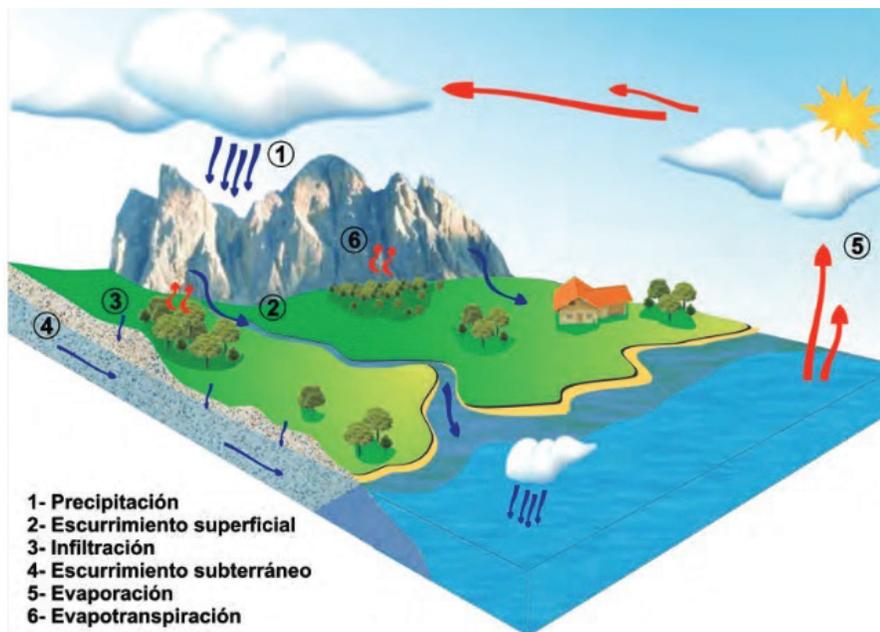
Un fenómeno interesante con las aguas subterráneas es que éstas se mueven en el subsuelo, aunque a velocidades muy diferentes a las aguas superficiales. Normalmente, este tipo de aguas, las superficiales, se mueven a velocidades de unos cuantos metros por día, aunque en algunos casos pueden llegar hasta cientos de metros por día. En general las aguas subterráneas se mueven dependiendo del tipo y forma del subsuelo, siguen el relieve de la superficie terrestre: de las zonas altas (montañas) hacia las bajas (los valles).

A los lugares donde el agua se infiltra, se les llama zonas de recarga, y donde se extrae, zonas de descarga. Así, las aguas subterráneas que alimentan a una ciudad pueden venir de zonas de recarga que se encuentran a decenas o centenas de kilómetros.

### ¿Aguas subterráneas contaminadas?

Durante ese trayecto las aguas subterráneas cambian su composición química en función a los materiales rocosos y sustancias que encuentren en su camino, que le puede tomar años en recorrer. Durante su recorrido el agua subterránea se puede contaminar. La contaminación puede generarse en forma natural o ser causada por el ser humano. La contaminación natural se presenta cuando el agua subterránea





disuelve ciertos elementos indeseables (como el flúor o el plomo), presentes en el material rocoso por el cual fluye.

La contaminación causada por el ser humano se origina cuando se vierten residuos al suelo o a los cuerpos de agua, de tal forma que éstos se infiltran y entran en contacto con las aguas subterráneas. La contaminación natural de aguas subterráneas no se puede evitar, pero la causada por el ser humano sí.

### ¿Cómo evitar la contaminación de las aguas subterráneas?

La forma de evitar la contaminación causada por el ser humano es disponiendo adecuadamente de los residuos evitando tirarlos al drenaje, suelo, ríos y lagos. El cuidado del agua subterránea implica una responsabilidad conjunta. Las personas que habitan las zonas de recarga deben de ser cuidadosos de su entorno para que los habitantes de las zonas de descarga tengan agua limpia. Por su parte, los habitantes de las zonas de descarga pueden contribuir al cuidado de las zonas de recarga por medio de incentivos económicos.



[agua.org.mx/](http://agua.org.mx/); <http://www.atl.org.mx/>; <http://www.cna.gob.mx/>; <http://www.imta.gob.mx>

<http://www.fundacionbotin.org/>

En las ciudades con dependencia a las aguas subterráneas, el suministro a los hogares es por medio de pozos. Comúnmente hay uno o dos pozos por colonia. Los pozos dejan de funcionar después de unos años de uso. Las razones por las cuales un pozo deja de funcionar son varias:

- Mayormente debido a que los volúmenes de agua que se extraen son tan bajos que ya no son viables.

- En otras ocasiones el nivel del agua subterránea ha descendido tanto que la profundidad del pozo no es suficiente para llegar al líquido.

- En otros casos, un pozo deja de usarse debido a que al pasar el tiempo la calidad del agua disminuye al punto de que no cumple con las normas de calidad.

Las causas por las cuales los pozos dejan de funcionar tienen un mismo origen. Cuando un pozo extrae agua del subsuelo ocasiona que el nivel del agua subterránea descienda. Al pasar el tiempo el pozo extrae agua cada vez más profunda. Las aguas subterráneas profundas son de menor calidad que las más superficiales. Se pueden contrarrestar los efectos negativos del descenso de la profundidad del agua subterránea, permitiendo la recuperación de los acuíferos.

Los acuíferos se pueden recuperar por medio de acciones como el uso mesurado del agua, la eliminación de fugas y la preservación de las zonas de recarga.

Cuidando los acuíferos podremos asegurar el acceso a las aguas subterráneas en cantidad y calidad a las futuras generaciones.

López- Geta et al., 2009. **Las aguas subterráneas: un recurso natural del subsuelo.** 4ª ed. - Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 90 p.

Foto: <http://www.wiwi.com.mx/>

# Torres de Hanói, un rompecabezas matemático

Naila Itzel Angelina Centeno y  
Juan Bosco Frías Medina\*

Las torres de Hanói es un rompecabezas matemático inventado en 1883 por el matemático francés Édouard Lucas que consta de tres postes y una serie de discos de diferentes tamaños insertados en uno de los postes. El propósito del rompecabezas es mover todos los discos a uno de los postes vacíos de forma que queden apilados preservando el orden inicial y siguiendo las siguientes reglas:

1. Sólo se puede mover un disco a la vez.
2. Un disco de mayor tamaño no puede estar sobre un disco más pequeño que él mismo.

## Torres de Hanói con 6 discos

Existe también una leyenda del origen de este rompecabezas que cuenta que hace mucho tiempo, los monjes de un monasterio ubicado en

la región de Hanói, Vietnam, se encontraban rezando a sus tres dioses: Brahma (el dios creador), Vishnu (el dios conservador) y Shiva (el dios destructor), ya que querían saber cuándo iba a ser destruido el mundo.

En respuesta a sus plegarias, se apareció ante ellos el dios Brahma y les entregó una base con tres postes, los cuales eran de diamante y del grosor del agujón de un avispón, en uno de ellos se encontraban apilados 64 discos de oro puro de diferentes tamaños, siendo el disco más pequeño el que se encontraba en la punta de la torre, después un disco más grande, y, así sucesivamente, hasta llegar a la base de la torre donde se encontraba el disco de mayor tamaño. Una vez que el dios Brahma se retiró, los monjes se preguntaban qué debían hacer con los discos, en

\* **Juan Bosco Frías Medina** es egresado del Doctorado en Ciencias Matemáticas del Posgrado Conjunto en Ciencias Matemáticas UNAM-UMSNH, actualmente se encuentra realizando una estancia posdoctoral por parte del Instituto de Matemáticas de la Universidad Nacional Autónoma de México.

**Naila Itzel Angelina Centeno** Lic. en Físico-Matemáticas Naila Itzel Angelina Centeno es Técnica Académica en la Unidad de Docencia del Centro de Ciencias Matemáticas, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia.



Foto: <http://vietsenstravel.net/>

ese momento se manifestó el dios Vishnu y les explicó las reglas que describimos al inicio. Los monjes se alegraron de saber lo que tenían que hacer y pensaron que si movían todos los discos de un poste al otro cumpliendo las reglas que les había sido explicadas, complacerían a sus dioses y estos les dirían cuándo se terminaría el mundo. Cuando estaban a punto de comenzar a mover los discos, hizo su aparición el dios Shiva y les dijo: "cuando terminen de mover los 64 discos, en ese momento el mundo habrá terminado". Los monjes se llenaron de miedo, pues si no movían los discos, sus dioses se enfadarían con ellos y los castigarían, pero si terminaban de mover todos los discos, entonces el mundo llegaría a su fin.

¡Qué difícil situación en la que se habían metido los monjes! Antes de comenzar a mover los discos, los monjes querían saber

el tiempo exacto que le quedaba al mundo, así que pensaron que si conocían el número exacto de movimientos mínimos necesarios para mover todos los discos, entonces podrían calcular con certeza el tiempo que restaba para que el mundo terminara. Así, su gran pregunta era, ¿cuántos movimientos como mínimo se necesitan para mover todos los discos?

Antes de dar una respuesta a la pregunta anterior, con la finalidad de ilustrar mejor la tarea que tenían los monjes, pensemos en una versión más pequeña del problema. Pongamos nombre a los postes, digamos que A y B son los postes que están vacíos. Al poste que tiene los discos antes de moverlos no lo nombraremos. Imaginemos que nuestra torre sólo tiene un disco: para mover la torre de un poste a otro necesitamos sólo un movimiento, naturalmente.



Torres de Hanói con 6 discos

Si tenemos 2 discos en nuestra torre, necesitaremos 3 movimientos: movemos el primer disco al poste A (como lo hicimos cuando sólo teníamos un disco), movemos el segundo disco al poste B y, finalmente, movemos el primer disco al poste B, sencillo, ¿no?

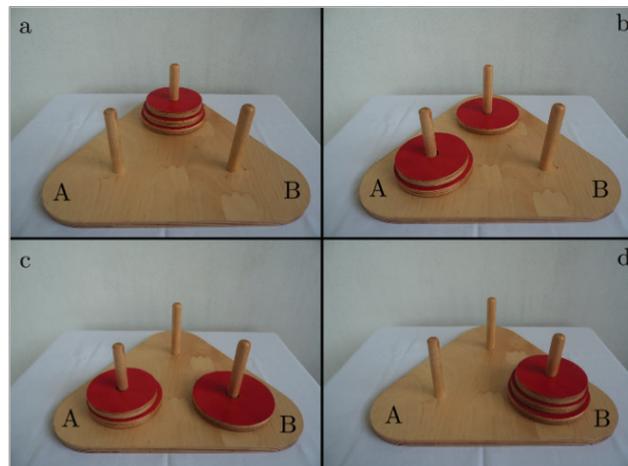
¿Y si tenemos 3 discos en la torre? Podemos mover los primeros dos discos al poste A repitiendo el mismo proceso que cuando teníamos sólo 2 discos (3 movimientos), el resultado se ve en la figura 3b. Luego movemos el tercer disco al poste B (un movimiento más) lo que nos lleva a la posición de la figura 3c. Por último, movemos los dos discos del poste A al poste B (3 movimientos más) como cuando se tenían 2 discos; dando el resultado final que se ve en la figura 3d. En total necesitamos  $3+1+3$  movimientos, es decir, un total de 7 movimientos. Este proceso de repetir lo que ya hicimos con anterioridad en matemáticas se conoce como recurrencia.

Para nuestra siguiente observación recordemos que el símbolo  $2^m$  significa elevar 2 a la potencia  $m$  (es decir, 2 multiplicado  $m$  veces por sí mismo, ej.  $2^2=2 \times 2$ ,  $2^3=2 \times 2 \times 2$ , etc.). Una relación interesante que se cumple en nuestro problema es la siguiente: en el caso de un disco el número de movimientos que necesitamos es 1 que es igual a  $2^1-1$ , en el caso de 2 discos ocupamos 3 movimientos que es igual a  $2^2-1$ , y cuando tenemos 3 discos requerimos 7 movimientos, es decir,  $2^3-1$ . Continuando de forma recurrente, podemos verificar que si tenemos una torre con  $m$  discos, entonces necesita-

mos  $2^m-1$  movimientos como mínimo para mover todos ellos.

En el caso del problema de los monjes, el número de movimientos mínimo que se ocupa para mover los 64 discos de un poste a otro es  $2^{64}-1$ , es decir ¡necesitamos la impresionante cantidad de 18,446,744,073,709,551,615 movimientos! Veamos en cuánto tiempo podríamos terminar de mover todos los discos pensando que podemos mover un disco cada segundo sin interrupciones: sabemos que un minuto tiene 60 segundos, una hora consta de 3,600 segundos, un día contiene 86,400 segundos y un año se compone de 31,536,000 segundos; tomando en cuenta esto, ¡necesitaríamos alrededor de 584,942,417,355 años para poder mover todos los discos! O sea, ¡cerca de 585 mil millones de años! Para darnos una idea de la inmensidad de

tiempo que es 585 mil millones de años, en comparación, la Tierra tiene alrededor de 5 mil millones de años, mientras que nuestro Universo posee aproximadamente 14 mil millones de años. No cabe duda que se requiere una cantidad inimaginable de tiempo para terminar de mover los 64 discos de las torres de Hanói originales.



Solución recurrente de las Torres de Hanói con 3 discos

De acuerdo a la leyenda, los monjes comenzaron a mover los discos aliviados de conocer cuánto tiempo era el que necesitaban para terminar de mover toda la torre y sabiendo que podían dormir tranquilos, pues el mundo nunca terminaría durante su tiempo de vida, ni en el de las generaciones venideras.



Balbuena-Castellano, 2006. L. Las torres de Hanoi y el mandato de Brahma. SIGMA - Revista de Matemáticas, 28:83-94.

[http://www.hezkuntza.ejgv.euskadi.eus/r43-573/es/contenidos/informacion/dia6\\_sigma/es\\_sigma/adjuntos/sigma\\_28/9\\_torres\\_hanoi.pdf](http://www.hezkuntza.ejgv.euskadi.eus/r43-573/es/contenidos/informacion/dia6_sigma/es_sigma/adjuntos/sigma_28/9_torres_hanoi.pdf)

Danesi, M. 2004. The Liar Paradox and the Towers of Hanoi. The 10 Greatest Math Puzzles of all Time. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

Frabetti, C. 2015. Culebrón matemático. Diario El País, Sección El Juego de la Ciencia. 17 de julio de 2015.

Artículo  
Portada



# Umami, el quinto sabor

Por Rocío del Carmen Montoya Pérez y  
Alain Raimundo Rodríguez Orozco \*

## El umami

**H**istóricamente se han identificado 4 sabores básicos: ácido, salado, dulce y amargo, y aunque el umami se ha reconocido como el quinto sabor desde 1908 en los países orientales, es hasta muy poco que en occidente se le ha agregado a la lista de los sabores tomando la quinta posición. Es importante resaltar que éstos son los sabores básicos, pero el sabor *per se*, es una combinación de los sabores y de los receptores que se estimulan simultáneamente durante el tiempo que están los alimentos en nuestra boca.

Umami quiere decir en la lengua natal (japonés) "sabor sabroso", sin embargo, no hasta hace mucho se le han dado nuevos adjetivos: "hace agua la boca", "agradable sabor de boca", "sabor que se queda en la boca". Este sabor es sutil y generalmente no se identifica, puesto que se mezcla con los otros sabores, sin embargo, es ésta la combinación lo que le puede dar el toque final a una buena pasta, un guisado con champiñones, carne o pescado.



### ¿A qué sabe el umami?

Pues es simple reconocer su sabor, si cortamos un pequeño trozo de jitomate y lo saboreamos, es decir, sin masticarlo al principio, lo pasamos por toda la superficie de la lengua por un buen rato, después lo masticamos y allí está, esa ligera capa de sabor que se quedó dentro de nuestra boca, que no es ni dulce, ni salada, eso es el umami. También es identificada su presencia en otros alimentos como el jamón curado o “serrano”, la salsa de soya, en las anchoas, en los espárragos, en varios tipos de quesos (en particular el parmesano) y hongos, particularmente en el hongo shitake.

### Descripción del Sabor Umami

Inicialmente la descripción del sabor umami se dio para el glutamato y el aspartato, dos aminoácidos conocidos por su efecto neurotransmisor. Sin embargo, en la actualidad se sabe que este sabor incluye otras moléculas como los nu-

cleótidos inosinato y el guanilato, los que se han identificado como sustancias claves en elevar la preferencia por cierto alimento.

Los aminoácidos son componentes estructurales de las proteínas que se encuentran en todos los alimentos, dándole sabores característicos, por ejemplo como ya se mencionó, el glutamato y aspartato para el umami, pero también la glicina y la valina dan sabor dulce y la leucina y la arginina sabor amargo o ácido. Así pues, los aminoácidos presentes en los alimentos determinan en gran medida su sabor.

Hacer mezclas o combinaciones con estos aminoácidos y otras moléculas, hace posible reproducir diferentes sabores: el sabor de los mariscos se obtiene con ciertas proporciones de los aminoácidos glicina, alanina, arginina, glutamato con inosinato, cloruro de sodio y fosfato de potasio; también puede reproducirse la sensación

para el sabor a cangrejo o el sabor a vieira o almeja, si se cambia ligeramente las proporciones de estas sustancias.

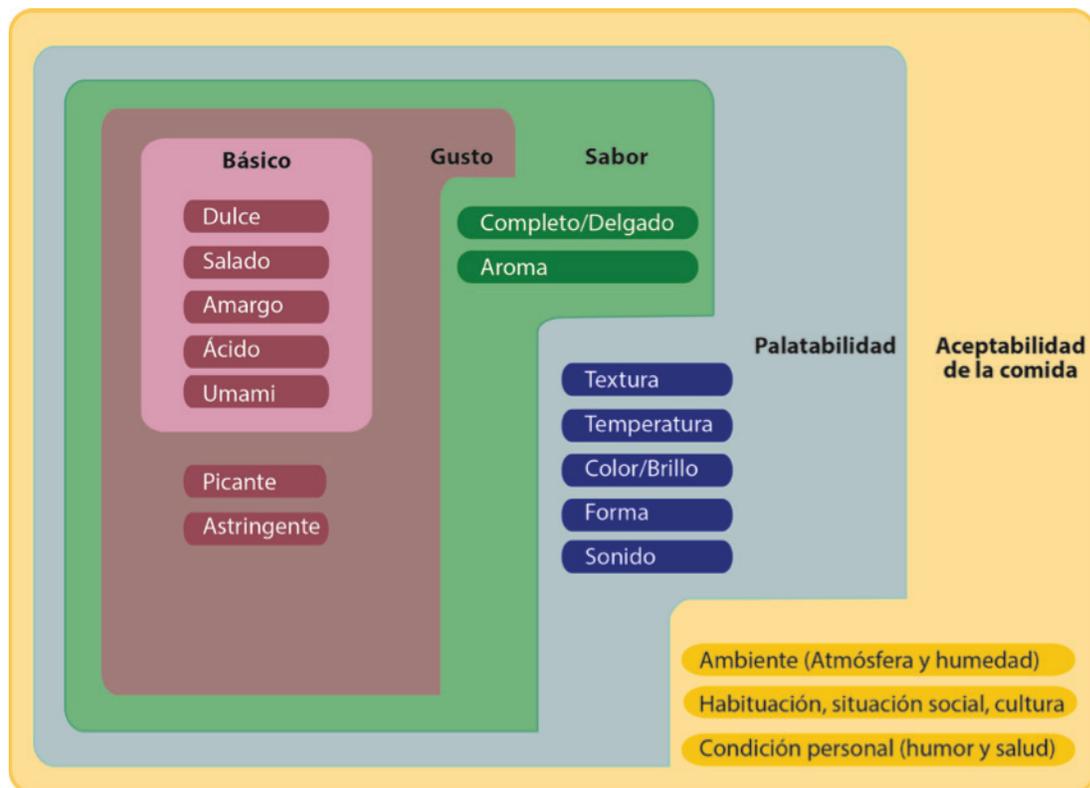
### ¿Es agradable el Umami para todos?

Existen diferentes factores que determinan cuánto nos gusta una comida o no, lo cual representa una gran complejidad al estudio de los gustos culinarios y ofrece una amplia gama de opciones al momento de elegir los alimentos. No solo la combinación de los sabores básicos son determinantes para que nos agrade un alimento, además existen otros factores que contribuyen a desarrollar nuestros gustos (Figura 1).

El sabor también incluye otro órgano de los sentidos, el olfato, que constituye entre el 60 y 70 % del sabor, de allí que tal vez la comida tenga un olor no tan agradable pero una vez que lo

probamos se complementa el sabor, haciéndolo delicioso o viceversa, puede ser que huelga muy bien, pero que esté desabrido.

Otro factor, sin duda muy importante es la palatabilidad, la cual está compuesta por varios factores que le dan un grado de complejidad a la selección de los alimentos. Por ejemplo, supongamos que es un día caluroso y llegamos a casa con mucho apetito y lo que nos ofrece mamá de comer es un caldo de res (por supuesto muy caliente)...¿Cuál sería nuestra respuesta?, tal vez no mucho entusiasmo, puesto que la necesidad vital en ese momento es bajar nuestra temperatura corporal. En este punto, entonces también estarán influyendo los factores ambientales para aceptación de la comida, nuestra cultura, la habituación y la situación personal o de salud.



*Representación de los sabores, los factores asociados a ellos como el gusto y la palatabilidad, y como los humanos están influenciados por una gran cantidad de factores socio-culturales para llegar a disfrutar los alimentos.*



Especialmente este sabor -Umami- es importante para combinarlo con diversos alimentos, sobre todo aquellos que a muchos no les son muy apetecibles. Si añades salsa de soya, un trozo de jamón serrano, una anchoa o simplemente un poco de queso parmesano a un alimento, seguro te sabrá más delicioso. Una clásica combinación es la mezcla de queso con salsa de tomate (jitomate), típica de las recetas italianas, con la que se consigue uno de los sabores más deliciosos ¿A quién no le gusta una pizza o un rico espagueti?

No está de sobra decir que los alimentos juegan un papel importantísimo en la supervivencia del ser humano y que el sabor es el componente principal de nuestros gustos y disgustos al momento de comer. También es el sabor el que define nuestras culturas y nuestros hábitos alimenticios.

Ahora que ya conoces el quinto sabor, lo que te toca es descubrirlo bien en cada alimento, sobre todo en aquellos que siempre te quedas con ganas de comer más.

*La Dra. Rocío del Carmen Montoya Pérez es Profesora e Investigadora del Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH).*



*Dr. Alain Raimundo Rodríguez Orozco es Profesor e Investigador de la Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez"-UMSNH.*



Artículos

## Saliva y enzima alfa amilasa: esenciales para la digestión

Por Paola Pérez Polanco y Luis Manuel Montaña Zetina\*

¿Sabías que uno de los alimentos que más consumimos en nuestras dietas son los llamados carbohidratos?

Primero vamos a recordar qué son los carbohidratos. Son un grupo de alimentos que nos dan un gran aporte de energía de forma inmediata, también son llamados hidratos de carbono o glúcidos, los cuales se encuentran ampliamente distribuidos en vegetales y animales. Existen diferentes tipos de carbohidratos que son clasificados de acuerdo a su estructura química y tamaño. Existe un carbohidrato de gran tamaño conocido como polisacárido, un ejemplo de este tipo es el almidón, un constituyente principal de la papa. Otro de menor tamaño es conocido como disacárido; un ejemplo de éste es la lactosa, la que encontramos en la leche. Por último, dentro de

los más pequeños se encuentran los monosacáridos como la fructosa, que está presente en la miel y en muchas frutas.

De todos estos carbohidratos, hay uno en especial que cumple funciones muy importantes dentro de nuestro organismo ya que da la energía a todas nuestras células. Se trata de un monosacárido conocido como glucosa, que se encuentra en los vegetales y en la sangre. La glucosa constituye el energético de primera mano en la gran mayoría de las reacciones físicas y químicas que tienen lugar dentro de la célula. Ésta se obtiene de los vegetales a partir del dióxido de carbono y agua a través de la fotosíntesis; se almacena como almidón y se utiliza para producir celulosa que forma parte de las paredes de las células vegetales.

\* Dra. Paola Pérez Polanco es investigadora de la Escuela de Medicina, Universidad Justo Sierra, México.

D.C. Luis Manuel Montaña Zetina es profesor del Departamento de Física, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, México.

## Y ahora, ¿qué ocurre con los carbohidratos que ingerimos en la dieta?

La digestión de los carbohidratos comienza en la boca auxiliándose principalmente de la saliva. La saliva es una secreción compleja proveniente de las glándulas salivales, cuya secreción diaria oscila entre 500 y 700 mL. El mayor volumen se produce antes, durante y después de las comidas, alcanza su pico máximo alrededor de las 12 del mediodía y disminuye de forma muy considerable por la noche, durante el sueño.

En la saliva existe una enzima (molécula que interviene en las reacciones químicas que ocurren dentro de la célula) denominada alfa amilasa ( $\alpha$ -amilasa), la que se encarga de desdoblarse o romper al almidón y a otros polisacáridos ingeridos en la dieta, hasta producir moléculas más pequeñas como la glucosa. Esta enzima por estar presente en la saliva se le ha denominado " $\alpha$ -amilasa salival" o "ptialina".

La enzima  $\alpha$ -amilasa no se localiza solamente en la saliva, también se encuentra en el páncreas, llamándose por tanto " $\alpha$ -amilasa pan-

creática". En este lugar la enzima participa en mayor parte en la digestión de los carbohidratos ingeridos por la dieta. Un lugar más en el que se puede encontrar esta enzima es en la sangre, siendo eliminada a través del riñón y excretada en la orina.

## ¿De dónde proviene exactamente la enzima $\alpha$ -amilasa salival?

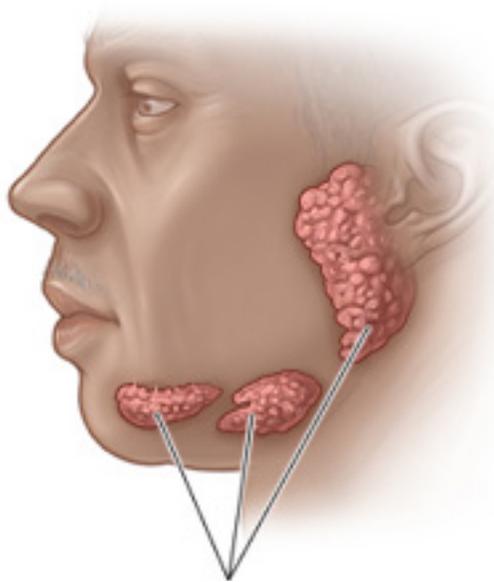
Esta enzima se sabe que proviene de las glándulas salivales, las cuales se encuentran por todas las regiones de la boca, excepto en la encía y la porción anterior del paladar duro. Es estéril cuando sale de las glándulas, pero deja de serlo inmediatamente después de que se mezcla con los restos de alimentos y microorganismos. En particular, esta enzima juega un papel importante en niños menores de 6 meses, en los cuales hay retraso (vinculado con el desarrollo) de la producción de la  $\alpha$ -amilasa pancreática. Por otro lado, esta enzima ayuda a digerir los carbohidratos en pacientes con insuficiencia pancreática. Otra función de la enzima es que está involucrada en la colonización de bacterias que participan en la formación de la placa bacteriana.

Aunque se asume que la  $\alpha$ -amilasa es multifuncional, sólo se han reportado tres funciones importantes:

1. Ayuda a romper la molécula de almidón en unidades más cortas como glucosa y así contribuir al proceso de la digestión de carbohidratos.

2. Se une a la bacteria *Streptococcus viridans* localizada en la cavidad oral (común en nuestra boca), logrando bloquear el 50% de la actividad de la enzima (a través de romper moléculas de almidón),





*Glándulas salivales*

por lo que la glucosa obtenida se utiliza como fuente de alimento para la bacteria convirtiéndola en ácido láctico. Este ácido propicia el proceso de la caries. ¡Por eso hay que lavarse los dientes!

3. La enzima se une a otro tipo de bacterias para ayudar a la limpieza bacteriana de nuestra cavidad oral.

### ¿ $\alpha$ -amilasa salival para detectar estrés, ansiedad y de otro tipo de alteraciones?

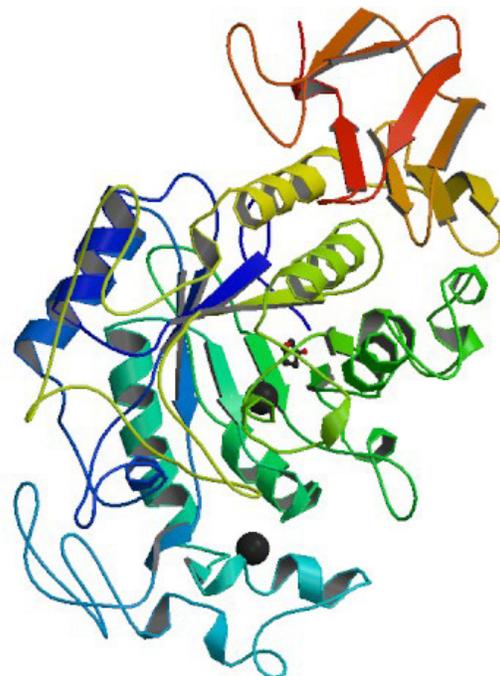
Como hemos visto, la presencia de la enzima  $\alpha$ -amilasa salival es muy importante en el proceso de digestión. Pero también es importante saber en qué momento las glándulas salivales liberan esta enzima a la saliva. La regulación en la liberación de la  $\alpha$ -amilasa salival se lleva a cabo por el sistema nervioso autónomo (que es el que controla los movimientos involuntarios como la respiración, frecuencia cardíaca, entre otras), el cual a su vez está dividido en simpático y parasimpático.

Una manera en que se activa el sistema nervioso autónomo es a través del estrés, produciendo en los pacientes latidos rápidos del corazón, mareos, dolores, nerviosismo, agitación, irritabilidad, preocupación, problemas de con-

centración y mal humor. Por ello, algunos investigadores proponen que es a través de una muestra de saliva como se puede detectar cambios en la cantidad de  $\alpha$ -amilasa salival para medir el nivel de estrés. Así como el estrés, la ansiedad también altera el sistema nervioso autónomo, patologías que pueden ser detectadas a través de los cambios en la cantidad de  $\alpha$ -amilasa salival en los adolescentes.

Entonces, la detección de  $\alpha$ -amilasa salival es una buena técnica de diagnóstico, de estrés, ansiedad y de otro tipo de alteraciones. Por la importancia que representa la enzima en el laboratorio R-14 de Instrumentación en Altas Energías y Física Médica del Departamento de Física del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav) y el Laboratorio de Investigación de la Escuela de Medicina de la Universidad Justo Sierra, se realizan investigaciones para detectar la presencia de la enzima  $\alpha$ -amilasa salival de forma indirecta a través de un detector simple de fluorescencia.

Podemos decir, a manera de conclusión que la saliva es un fluido corporal importante en nuestro cuerpo por varias razones: lubrica la ca-



*Estructura de la enzima  $\alpha$ -amilasa salival*



*Imagen del detector simple de fluorescencia elaborado en el laboratorio R-14 de Instrumentación de Altas Energías y Física Médica del Cinvestav. Agradecimiento a Marco Aurelio Fontaine Sánchez por contribuir en su construcción.*

vidad bucal (para tragar y hablar), ayuda al sentido del gusto, amortigua los ácidos de la placa dental (ingeridos en alimentos y bebidas), diluye y limpia el material de la cavidad oral y mantiene la salud de la mucosa oral. Además, la saliva juega un papel importante en la digestión de carbohidratos que ingerimos en la dieta debido a la presencia de enzimas como es la  $\alpha$ -amilasa.

Finalmente, la saliva es un tema de investigación actual porque, como vimos, puede ser utilizado como una técnica de diagnóstico de estrés físico y psicológico, de ansiedad y de enfermedades a través de la detección de la enzima  $\alpha$ -amilasa. Por eso es importante conocer las funciones que desempeña esta enzima en nuestro organismo, para evitar afectarla.



Murray, R. et al. 2013. *Harper Bioquímica Ilustrada*. México, Mc. Graw Hill. (132-134).

Raff, H. y Levitzky M. 2011. *Fisiología Médica un enfoque por aparatos y sistemas*. México: Mc. Graw Hill. (584-586)

Montaño, L.M. et al. 2015. *Desarrollo de un detector para medir concentraciones de sustancias biológicas*. VI Congreso Nacional de Tecnología Aplicada a Ciencias de la Salud. Puebla, Pue., junio 4-6.



## UM270: una bacteria michoacana

Por Julie Eliene Hernández Salmerón y  
Gustavo Santoyo Pizano\*

### Bacterias buenas y bacterias malas

En el mundo existen bacterias buenas y bacterias malas, desde el punto de vista del ser humano, ya que estos microorganismos solo luchan por sobrevivir en su hábitat. Las bacterias malas, como el neumococo *Streptococcus pneumoniae*, pueden causar diversas infecciones y enfermedades tan comunes como neumonía en niños y ancianos, principalmente. Otras bacterias malas también pueden ser patógenas de plantas, que afectan la salud y calidad de frutas y verduras. Un ejemplo de ellas es la bacteria *Xanthomonas sp.*, que puede infectar las hojas, los tallos y los frutos de diversas plantas como plátano, jitomate o limón. Dicha bacteria puede afectar seriamente la economía de los agricultores.

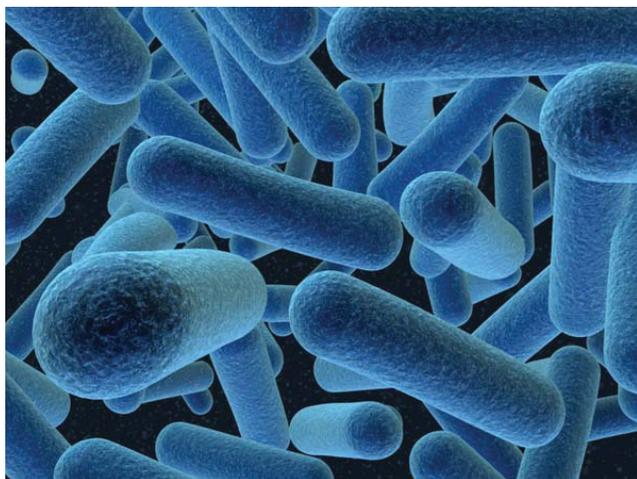
Sin embargo, en nuestro planeta habitan

también las bacterias buenas. Un ejemplo de éstas son los lactobacilos, bacterias benéficas que habitan nuestro tracto intestinal y ayudan a la buena digestión de los alimentos. Asimismo, existen bacterias que pueden estimular el crecimiento de las plantas y protegerlas de la infección de sus patógenos.

La bacteria *Pseudomonas fluorescens* UM270 es una de estas bacterias benéficas, que ha sido estudiada en el Laboratorio de Diversidad Genómica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; el código UM270 es para diferenciar esta cepa bacteriana, de hecho, las siglas UM se deben a las iniciales de Universidad Michoacana. A principios de este año 2016, se determinó y publicó su genoma completo, encontrando genes importantes que describen cómo

\* M.C. Julie Eliene Hernández Salmerón es estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas de la UMSNH

D.C. Gustavo Santoyo Pizano es Profesor e Investigador de la UMSNH, ambos del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas.



esta cepa puede mejorar la salud de las plantas y de qué manera puede inhibir el crecimiento de diversos hongos patógenos de plantas.

#### Descubriendo la bacteria *P. fluorescens* cepa UM270

La cepa UM270 de *P. fluorescens* fue encontrada y aislada del suelo, cerca de las raíces de plantas de alfalfa en un campo agrícola en los alrededores de la ciudad de Morelia. Esta zona de contacto entre el suelo y la raíz es llamada "rizósfera" y está dada por una estrecha interacción entre los microorganismos y la planta, las cuales pueden ser benéficas, neutras o perjudiciales.

Esta bacteria es un organismo benéfico que promueve el crecimiento vegetal, al igual que otras, se le ha acuñado el término de "bacteria promotora del crecimiento vegetal". Su característica principal es el biocontrol de hongos patógenos de plantas como *Botrytis cinerea* y *Fusarium oxysporum*, dos de los 10 principales fitopatógenos a nivel mundial. La bacteria UM270 inhibe el crecimiento del micelio de estos hongos por efecto de la producción de antibióticos, pues sabemos que produce compuestos antibacterianos y antifúngicos, como el 2,4-diacetilfloroglucinol, fenazinas y ácido cianhídrico. Además de

otros compuestos llamados sideróforos, los cuales capturan el hierro disponible en el suelo, haciéndolo escaso para los patógenos de las plantas, inhibiendo así su crecimiento y evitando que ataquen a la planta.

Además, la cepa UM270 también tiene otra importante capacidad, promover el crecimiento de plantas como *Medicago truncatula* en experimentos *in vitro*, así como de jitomate en pruebas de invernadero y de arándano en cultivos en campo. Esta bacteria ha mostrado ser efectiva en todas las pruebas al incrementar la biomasa de las plantas.

#### El genoma de la cepa UM270

A nivel de genes sabemos que cuenta con varios involucrados en la síntesis de auxinas, las principales hormonas de crecimiento en las plantas, por lo que también es un organismo prometedor como biofertilizante, ya que puede promover un mayor crecimiento de las plantas. Además, presenta una gran variedad de toxinas, estas moléculas que tienen la propiedad de eliminar hasta algunos insectos patógenos de plantas.

Con el propósito de saber más sobre los genes que tiene *P. fluorescens* cepa UM270, nuestro grupo de investigación consiguió presentar el primer genoma completo y analizado en el Estado de Michoacán. Su genoma contiene 5,509 genes, de los cuales 5,396 codifican para proteínas (97% de su genoma es codificante). Con nuestro análisis, encontramos genes involucrados en el metabolismo de carbohidratos, proteínas, crecimiento y división celular, que son características esenciales para cualquier organismo vivo, así como un pequeño grupo de genes relacionados con las actividades de colonización y supervivencia en el ambiente del suelo.

Cuando comparamos los genes de *P. fluorescens* UM270 con los 7 genomas completos secuenciados para especies de *Pseudomonas*, encontramos 1,599 genes únicos en nuestra cepa! Esto significa que son muchos genes que pueden seguir siendo estudiados y queda mucho por investigar. ¿Cuál es la función de estos genes? ¿Son importantes para proteger a las plantas de sus patógenos? ¿Son algunos de estos im-

portantes para la comunicación con las plantas? Éstas son solo algunas interrogantes que pretendemos responder en futuras investigaciones.

### Un prometedor bioinoculante

Descubrir una bacteria benéfica que ayude a mejorar la salud de las plantas puede ser muy significativo, y más aún, describir las funciones de su genoma que estén involucradas en dicha actividad. Pero lo que sin duda es relevante de esta bacteria, es que representa una alternativa al uso de agroquímicos en la agricultura. Usualmente, los productos químicos son la primera opción del agricultor para controlar plagas vegetales, así como el uso de fertilizantes químicos para mejorar la nutrición de los cultivos. Por lo tanto, si nosotros podemos hacer uso de agentes biológicos, tales como la bacteria UM270, para desarrollar un bioinoculante, podríamos evitar el uso de agroquímicos que contaminan y dañan la salud de las personas y animales. Lo anterior ayudará a satisfacer, de una forma amigable con el medio ambiente y segura para los humanos, y las necesidades de alimentación mundial.

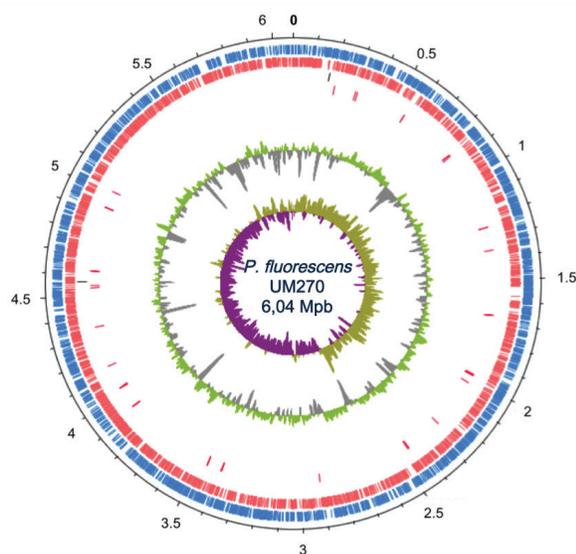
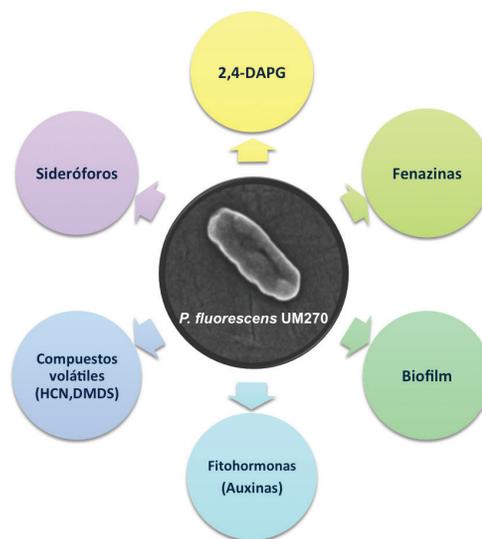


Figura del genoma *P. fluorescens* UM270  
(Modificado de la revista *Standards in Genomic Sciences*, 2016.)



Artículos



## Entre viudas y violines: arañas de importancia médica en México

Javier Ponce Saavedra y  
Diana Alejandra Gutiérrez Cortés \*

Existen varias formas en que un animal puede causar daño al humano, desde aquellos que indirectamente le afectan al alimentarse de las plantas cultivadas, alimentos almacenados o afectando a los animales que se crían para su consumo. Este tipo de daño se puede generalizar como “económico” y a los animales que lo provocan se les atribuye importancia económica.

La importancia médica es un poco más difícil de establecer, ya que un animal puede ocasionarle a una persona daño al transmitirle enfermedades producidas por algún microorganismo, como es el caso de los mosquitos y las fiebres palúdicas, las moscas y cucarachas con las

enfermedades gastrointestinales por ejemplo; o dañar de manera directa por medio de sus secreciones tóxicas o la inoculación de algún tipo de veneno. Si bien, en ambos casos hay daño en las personas, existen diferentes grados de afectación y la mayoría de los animales causan daños que no ponen en riesgo la vida de las personas, por lo que los animales de importancia médica pueden restringirse a aquellos que por su efecto directo o indirecto comprometen la vida de sus víctimas. En esta categoría se pueden ubicar algunas arañas cuya mordedura puede ser mortal.

### Arañas, un problema de salud pública

Las arañas con importancia médica en

---

*Javier Ponce Saavedra es profesor e investigador y Diana Alejandra Gutiérrez Cortés es estudiante de licenciatura, ambos de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.*

el mundo son muy pocas, si se considera que de acuerdo con el Catálogo Mundial de arañas (2016) hay aproximadamente 46, 000 especies hasta ahora conocidas y sólo las especies de cuatro géneros pueden caer en esta categoría:

- Las "arañas bananeras" del género *Phoneutria* (familia Ctenidae) que se distribuye desde Costa Rica hasta Brasil.
- Las "arañas de túnel" del género *Atrax* (familia Hexathelidae) que se encuentra en Australia, Nueva Guinea y las islas Salomón (Figuras 1A, B)
- *Loxosceles* ("araña violinista") de la familia Sicariidae (Figuras 1C, D) y
- *Latrodectus* ("viuda negra" o "araña capulina" y la "viuda café") de la familia Theridiidae, que son arañas cosmopolitas, particularmente abundantes en Norteamérica.

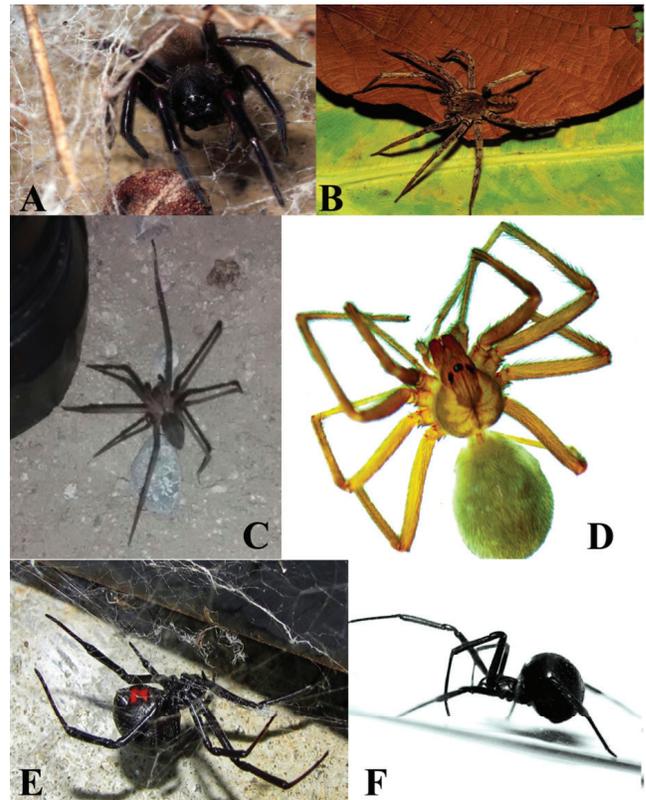
El envenenamiento por mordedura de araña se denomina "aracnoidismo". En América es un problema de salud pública en países como Chile, Estados Unidos y Brasil, siendo las mordeduras por diferentes especies de *Loxosceles* o "araña violinista" más frecuentes en los dos primeros países y por *Phoneutria* en Brasil. *Latrodectus*, en particular la "viuda negra" *L. mactans* es un problema de salud pública importante en Colombia, Estados Unidos y México, mientras que *L. geometricus*, la "viuda café" está recibiendo cada vez mayor atención.

### ¿Cuántas arañas de importancia médica hay en México?

Actualmente se reconocen dos géneros de arañas de importancia médica con distribución en México: *Latrodectus* (Theridiidae) con dos especies y *Loxosceles* (Sicariidae) de la que se registran 39 especies para el país.

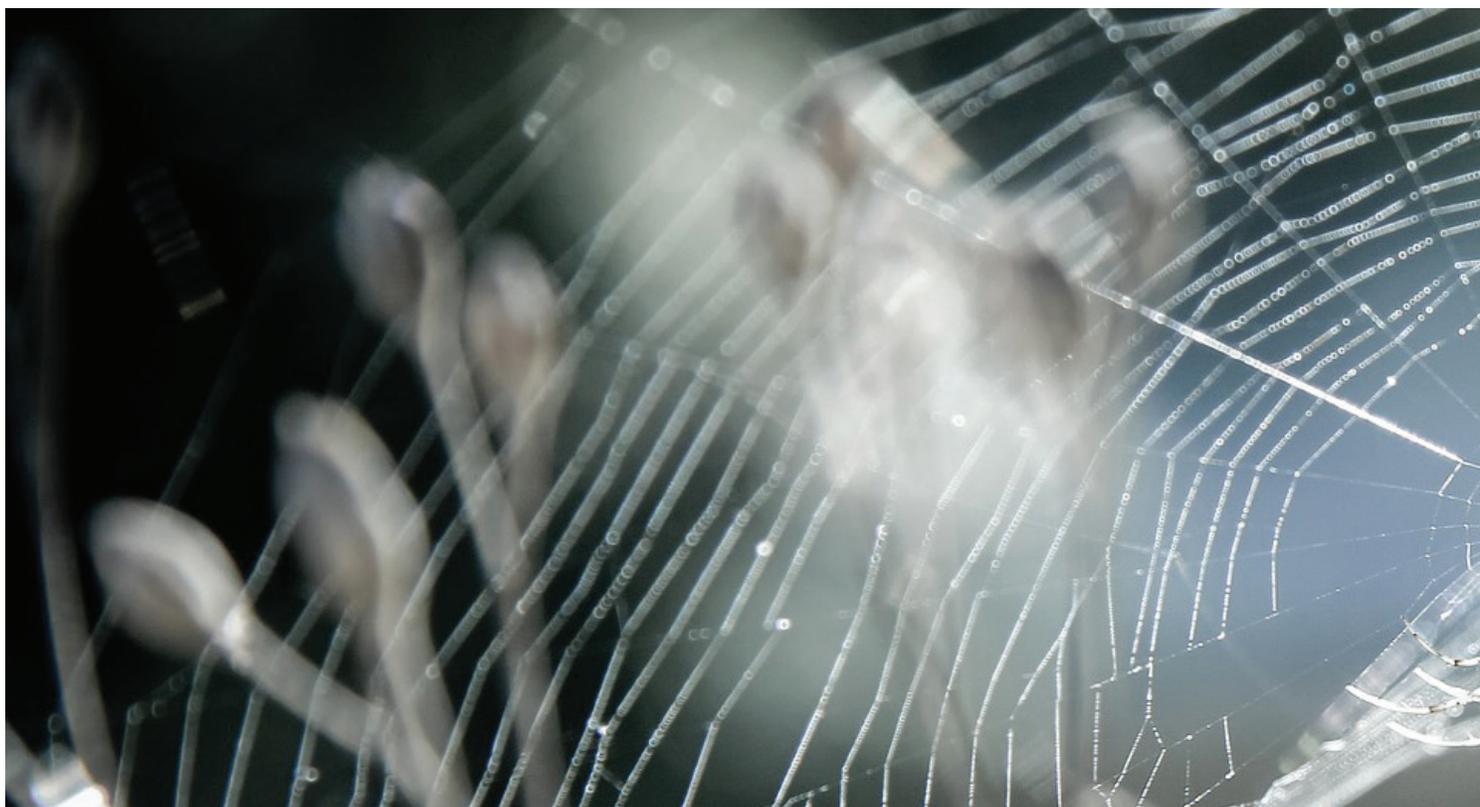
#### *L. mactans* – La viuda negra

*L. mactans* (Figuras 1E, F) es una de las



**Figura 1.** Géneros de arañas de importancia médica en el mundo: **A.** *Atrax sp.* (Hexathelidae); **B.** *Phoneutria sp.* (Ctenidae); **C.** *Loxosceles sp.* macho de Apatzingán, Michoacán; **D.** *Loxosceles sp.* hembra de Apatzingán, Michoacán; **E.** *Latrodectus mactans* hembra de Morelia, Michoacán; **F.** *L. mactans* hembra de la Ciudad de Monterrey.

**Fuente de las fotografías:** A. <http://www.batanga.com/curiosidades/2008/12/15/las-3-aranas-mas-venenosas-de-la-tierra>; B. <http://lshistoriasdeiruk.blogspot.mx/2011/05/las-aranas-mas-venenosas-i.html>; C. Tomada por Irving J. Marcha Legorreta; D y E. Tomada por Javier Ponce S. F. <http://conabio.inaturalist.org/observations/480775>.



arañas más ampliamente distribuidas en toda la República Mexicana, debido a su fácil adaptación a los hábitats modificados por el humano, por lo que puede considerarse como una especie antrópica, es decir que se asocia a las construcciones y sitios en los que habitan los humanos. Fue conocida desde épocas prehispánicas en que la llamaban “tzintlatlahuqui” o “chintatlahua”, que en náhuatl significa la del trasero rojo.

Estas arañas son de color negro brillante y con una mancha de color rojo en forma de reloj de arena en la cara inferior del abdomen; son relativamente grandes (20 a 40 mm con las patas extendidas) y construyen telas irregulares muy densas y de hilos muy pegajosos, brillantes y resistentes en los que se puede encontrar la araña posada, colgando boca abajo en hendiduras, debajo de piedras, en plantas, en grietas o agujeros de las paredes, en los rincones de casas, clósets, en los registros de agua o de luz, en los espacios debajo de los cilindros de gas, estufas u otros espacios, aunque no es raro que se encuentren sobre plantas.

En la naturaleza habitan bajo piedras y troncos caídos, buscando lugares oscuros y frescos. La potencia tóxica del veneno de *Latrodectus mactans* es superior al de las serpientes de cascabel, por dar una idea de su peligrosidad, y su efecto es más importante a nivel de sistema nervioso, por lo que se ubican en el grupo de los animales neurotóxicos. Al envenenamiento resultante de la mordedura de *Latrodectus mactans*, se le llama “latrodectismo” el cual es relativamente poco frecuente y en ocasiones resulta difícil identificarlo. En general se puede tardar hasta más de una hora en presentar síntomas, los cuales van desde dolor local hasta contracciones musculares, temblores corporales, delirio, cólicos, taquicardia, arritmias y el llamado abdomen o vientre en madera por el endurecimiento del mismo y el dolor agudo asociado.

#### ***L. geometricus* - La viuda café**

*L. geometricus* (Figura 2) se conoce también como “viuda café” y en México se conoce de su presencia desde hace varios años, aunque es



en la última década en que se reconoce su presencia en áreas urbanas y su posible importancia médica. Hasta el momento no se conocen casos de muerte por mordedura de “viuda café” y se sabe que su mordedura es de menor importancia que la de su pariente la “viuda negra”, en principio porque inoculara una dosis mucho menor (aprox. 40%) y en segundo lugar porque su veneno, a pesar de ser neurotóxico y aparentemente tener el mismo mecanismo de acción, su efecto sólo llega al acalambamiento de los músculos en la zona afectada, fiebre, vómito y algunos problemas para respirar en los casos más graves.

En la naturaleza esta araña vive en hendiduras del suelo y paredones, bajo piedras y troncos caídos. Es fundamentalmente tropical aunque se tienen registros en zonas templadas y frías tanto en Europa como en Norteamérica y Asia.

#### ***Loxosceles sp.* – Araña violín**

*Loxosceles sp.*, es una araña relativamente pequeña, de color café que mide entre 8 a 15 mm. Presenta una característica marca oscura en forma de violín en la región del cefalotórax (Figura 1C, D y 3A, B); 6 ojos distribuidos en tres pares y el abdomen es generalmente más oscuro que el resto del cuerpo (Figuras 1C y 3A). Las arañas violín son de hábitos nocturnos por lo que suelen ocultarse la mayor parte del tiempo, sin embargo, entre los lugares que prefieren se encuentran los muebles, armarios, ropa y lugares cerca o dentro de los hogares, ya que es una especie muy dispersada por el hombre y ha mostrado gran capacidad para adaptarse a los ambientes dentro de las viviendas. Es por esta razón que de manera incidental se dan las mordeduras por arañas violín, que generalmente suceden en piernas o brazos al colocarse alguna prenda de vestir. La telaraña es de forma irregular y textura algodonosa y se localiza en los rincones de las construcciones, razón por la que también se les llama “arañas rinconeras”.



Figura 2. Vista dorsal y ventral de una hembra de de la ciudad de Morelia

Fuente de la fotografía: Ejemplar capturado por Juan Maldonado Carizales y fotografías de Ana F. Quijano Ravell.

*Loxosceles* es una araña cuyo veneno se ubica como dermonecrótico, es decir que destruye los tejidos y es causante de un cuadro clínico caracterizado por dos etapas: loxoscelismo cutáneo (lo más común y que generalmente no lleva a la muerte) y el loxoscelismo sistémico, que significa que la acción del veneno ocurre a nivel de los órganos internos y puede llevar a la muerte en cuestión de semanas. La mordedura es una sensación punzante o puede pasar desapercibida, sin embargo, es común que los síntomas inmediatos sean dolor, sensación de quemadura, una pequeña hinchazón de coloración de rojiza a violácea y aparición de vesículas que pueden tornarse necróticas en un lapso de 48 a 72 horas. Si el daño es sistémico, en 24 a 48 horas después de la mordedura puede haber evidencias de insuficiencia renal o falla hepática, por lo que la atención debe ser inmediata.

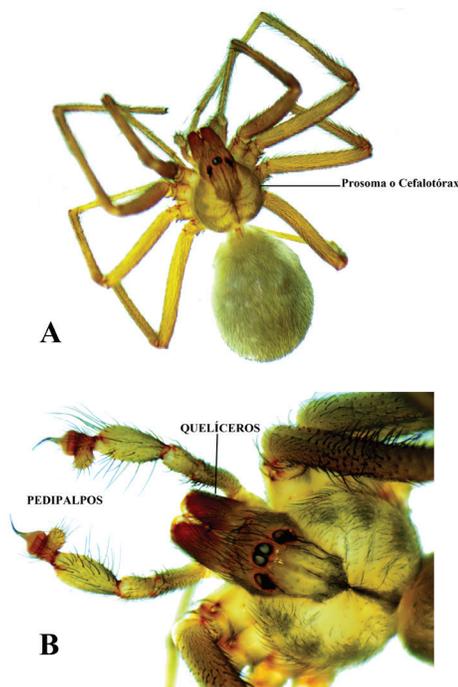


Figura 3. Hembra y Macho de *Loxosceles* sp. A. Vista dorsal de la hembra. B. Vista dorsal del cefalotórax del macho adulto mostrando sus pedipalpos modificados para el apareamiento y la transferencia de esperma.

Fuente de las fotografías: Ejemplares capturados en Apatzingán Michoacán por Irving Marcha Legorreta. Fotografías por Javier Ponce Saavedra

### ¿Qué hacer?

En caso de sospecha de intoxicación por mordedura de araña, es muy importante identificar que efectivamente se trate de un caso de latrodectismo o loxoscelismo, por lo que sí es posible, se debe conservar el ejemplar en un frasco para que pueda ser identificado, ayudará enormemente en la decisión del tratamiento adecuado. En caso de desconocer el arácnido por el que ha sido mordido, la vigilancia de la lesión cutánea y el desarrollo de la sintomatología en las primeras horas después del accidente, será primordial para establecer un diagnóstico.



CONABIO. Sin fecha. Viuda negra (*Latrodectus mactans*). <http://conabio.inaturalist.org/taxa/47381>.

CSG-Gobierno Federal. (Sin fecha). Diagnóstico y tratamiento de mordedura por arañas venenosas. Guía de Referencia Rápida.

[http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/523\\_GPC\\_Mordedura\\_por\\_araxas/SS-523-11-GRR\\_Mordeduraporaraxas.pdf](http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/523_GPC_Mordedura_por_araxas/SS-523-11-GRR_Mordeduraporaraxas.pdf)

Hoffmann, A. 1993. El maravilloso mundo de los arácnidos. <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/116/html/aracnido.html>

World Spider Catalog (2016). World Spider Catalog version 17.0. Natural History Museum Bern, online at <http://wsc.nmbe.ch>

Tecnología



## Cocinas solares: tecnología ecológica

Luis Bernardo López Sosa\*

La radiación solar es una fuente de energía renovable que puede ser aprovechada en el sector doméstico de forma simple como intensidad luminosa o calor. Actualmente existen dispositivos que aprovechan la radiación solar para tareas específicas como calentamiento de agua, deshidratación de alimentos, generación de electricidad, refrigeración y cocción de alimentos.

### ¿Qué son las cocinas solares?

Las cocinas solares son termoconvertidores que aprovechan la energía del sol para generar poder calorífico suficiente que permita la cocción de alimentos en intervalos de tiempo variados. Por lo general, estos sistemas son semi-estacionarios, porque requieren orientación continua hacia el sol, para tener mejor aprovechamiento de la energía solar. Existen diversos tipos de cocinas solares: las hay tipo caja; de concentración parabólica; de colector indirecto; con aislante convectivo tipo tubo; con concentradores para-

bólicos compuestos; y de colector plegable.

### ¿Cómo funcionan?

Todos los sistemas de cocción solar cuentan con:

- Un colector que aprovecha la radiación solar incidente directa en cielo despejado y radiación difusa en cielo nublado.
- Un mecanismo de orientación al sol, que permite inclinación de  $0^\circ$  a  $90^\circ$  y seguimiento de Este a Oeste. La inclinación óptima para sistemas estacionarios corresponde a los grados de la latitud del lugar donde se utilice.
- Recipiente almacenador de alimentos, donde se cocinan los alimentos.

Cada elemento cumple una función específica. La radiación solar que incide sobre la superficie del colector representa la energía de entrada, la cual dependiendo del tipo de sistema puede ser concentrada en un punto o región, o bien captada y absorbida para generar un acumulador térmico. La radiación incidente es más

aprovechada siempre que se mantenga orientado el colector hacia el sol (desde un punto de referencia ptolomérico). La radiación captada por el colector es conducida en forma de calor hasta el almacenador de alimentos para que éste incremente su temperatura y logre la cocción de los alimentos, esta última es la energía útil del sistema.

El tiempo de cocción de los alimentos depende de dos factores:

- i) El alimento que se desea cocinar
- ii) La cantidad de radiación solar incidente, asociada al rendimiento y potencia de cocción del sistema.

### ¿Cuáles son los beneficios de las cocinas solares?

Las cocinas solares son también llamadas ecotécnicas, es decir tecnologías ecológicas porque satisfacen una necesidad energéticamente primaria, son tecnologías económicamente rentables, ecológicamente viables y socialmente aceptables.

Estos sistemas representan una alternativa para reducir las emisiones de bióxido de carbono; para la cocción de alimentos por cada kilogramo de gas LP que no se combustiona, se



reducen 2.8 Kg de CO<sub>2e</sub>, (CO<sub>2</sub> emitido a la atmósfera), o bien por cada kilowatt hora que no se consume en parrillas eléctricas, se puede mitigar 498 gramos CO<sub>2e</sub>. Así mismo, en el sector rural donde por lo general no se consume gas LP, las emisiones son asociadas a la quema de recursos forestales maderables, donde además de las emisiones se generan enfermedades respiratorias en los usuarios de la biomasa forestal.

En algunos casos, las cocinas solares han logrado ser implementadas

**M.C. LUIS BERNARDO LÓPEZ SOSA**, es Ecotecnólogo en el área de Energía Solar para el sector rural con Maestría en Ciencias en Ingeniería Física. Profesor de la Escuela Nacional de Estudios Superiores de la

UNAM, Campus Morelia y Estudiante del Doctorado en Metalurgia y Ciencia de los Materiales en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.



Almacenador de alimentos

Sistema de seguimiento solar

en el sector rural, por ejemplo en la comunidad de Santa Fe de La Laguna, Michoacán, en 2012 donde se implementaron 75 sistemas que permiten la cocción de alimentos sin consumo de gas, leña o electricidad; esta implementación se realizó con previo diagnóstico participativo comunitario, selección de beneficiarios, capacitación en lengua purépecha, y monitoreo después de la implementación.

A decir de los beneficios, se pueden medir en términos de biomasa

forestal extraída para combustión, éstos se asocian a que una familia de 5 personas en promedio consume al año cerca de 7 toneladas de leña, por lo que el uso frecuente de un sistema de cocción solar se vincula a menores cantidades biomasa y gas LP combustionados, así como emisiones y enfermedades respiratorias reducidas.

### ¿Qué se puede cocinar?

En los sistemas de cocción solar se puede cocinar cualquier alimento, pollo, res, cerdo, pescado, verduras, frutas, semillas, etcétera; se puede cocinar desde verduras al vapor hasta tamales de cochinilla pibil (Platillo Yucateco). Se recomiendan los sistemas con ollas para cocción al vapor u ollas de presión, porque propician cocinar con menos grasa.

Además, cocinar con el aprovechamiento de la energía solar es gratis, saludable, ecológico y rentable. Cocinar solarmente es un compromiso de todos y para todos, porque ayuda a consumir menos energía convencional y como es conocido, cada watt no consumido, es un watt no producido, distribuido, almacenado ni vendido.

Una  
probada  
de  
ciencia

## Comer sin miedo

Horacio Cano Camacho

**F**recuentemente escucho (o leo) que tales alimentos son un veneno, que su consumo nos está matando o por el contrario, que el consumo de tales o cuales es casi casi un milagro, capaz de curar hasta enfermedades que la medicina no puede... En redes sociales circulan listas negras de los cinco, o los diez alimentos que deberíamos sacar de nuestras dietas, so pena de morir por desobediencia. Que si las papas tienen acrilamida y producen cáncer, que si la leche es el peor veneno, que si el trigo nos está matando... Cada nuevo "gurú" de la alimentación escoge un producto que llevamos miles de años consumiendo y le descubre, así, por sus dichos y sin la más mínima prueba, todos los males del planeta. O lo contrario, resulta que no nos habíamos enterado que comer guanábana curaba el cáncer, o que comer plátano terminaba con la diabetes...

Nuestra relación con los alimentos se está volviendo demasiado complicada y por momentos, de miedo. Y como si no tuviera suficiente, hoy fui a comprar harina de trigo, claro, yo la como integral, por aquello de dificultarle a mi organismo la absorción de almidón que es malo para mi salud... y la chica dependiente me preguntó si la prefería sin gluten o que si lo que deseaba era harina "orgánica" estaba en la sección equivocada. ¿Orgánica? ¿acaso hay harina "inorgánica?"; nos encontramos con anuncios de aceite vegetal sin colesterol (claro, si es vegetal no tiene colesterol); galletas sin azúcar (adicionada, debería decir, puesto que si tiene harina, claro que contienen azúcar); alimentos *ligh*, leche deslactosada, agua bendita...

¿Y qué decir de los alimentos transgénicos? Aquí la reacción de muchas personas llega al nivel del pánico. En redes he visto que le atribuimos todo tipo de males, por supuesto sin evidencia alguna, incluso el comercio que todo lo ensucia ya estableció como estrategia de mercadotecnia el señalar que tal producto "esta libre de transgénicos" y tengo varios amigos que ya no beben cerveza "industrial" por que es transgénica y ahora sólo toman cerveza artesanal... La estupidez se ha instalado en nuestras mesas.

En fin, me siento abrumado y por ello recomiendo la lectura de *Comer sin miedo*, libro de J. M. Mulet (2014, Ediciones Destino, Barcelona, ISBN 978842334775), un ensayo sobre los mitos, falacias y mentiras sobre la alimentación en el siglo XXI.



# Comer sin miedo

## J. M. Mulet

Mitos, falacias y mentiras sobre la alimentación en el siglo XXI



ACTUALIDAD

booket

De este autor ya hemos hablado en Saber más.

Se trata de un investigador en bioquímica y biología molecular por la Universidad de Valencia, en donde también imparte clases de Biotecnología Criminal y Forense. Mulet es un divulgador muy interesante y muy activo: Tiene otros dos libros, uno que intenta derribar muchos mitos alrededor de la la autono mbrada "medicina alternativa" (Medicina sin engaños, ISBN 9788423350841), y otro sobre la investigación forense, ya comentado en esta sección (La ciencia en la sombra, ISBN 9788423350926) ambos en Ed. DESTINO.

El libro esta organizado en varios capítulos que nos van mostrando la importancia de la alimentación, la artificialidad de todo tipo de alimentos actuales, la falacia de los orgánicos, la química detrás de toda la alimentación y la mentira de las dietas basadas en creencias y fe...

Lean *Comer sin miedo*, tal vez su digestión mejore.

Ciencia  
en pocas  
palabras

## ¿Qué es carcinogénesis?

Vanessa González Covarrubias

Indica origen o inicio del cáncer del griego "génesis" y es el proceso por el que las células normales adquieren mutaciones y comienzan a reproducirse descontroladamente, afectando el balance entre nacimiento y muerte celular. Estas células escapan al control de la normalidad del organismo para crear tumores.

Son muchas las mutaciones del material genético (ADN) que se requieren para transformar una célula y el problema es, que es difícil identificar los cambios en el ADN que darán origen al cáncer. Las diversas investigaciones encaminadas a identificar estas mutaciones, concuerdan en establecer que el riesgo de padecer cáncer es mayor si las células madre de nuestro cuerpo se replican con mayor frecuencia.

Sin embargo, el cáncer no solo es debido a alteraciones en nuestro genoma, estudios más recientes nos informan que el medio ambiente juega un papel muy importante. El riesgo a pa-

decir cáncer es una combinación entre factores intrínsecos (celulares) y extrínsecos (medio ambiente, estrés, alimentación, etc.).

### Entonces ¿Cómo se origina el cáncer?

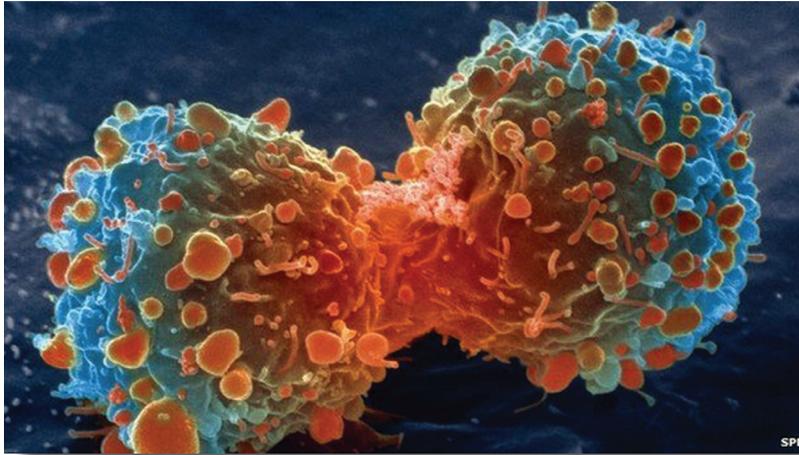
Cada una de nuestras células cuenta con mecanismos de reparación y control de mutaciones, estos procesos eliminan células o intermediarios que dañan el balance del crecimiento celular. Cuando estos procesos fallan se crea un nicho pre-carcinogénico, el cual se establece mucho tiempo antes de poder ser diagnosticados. La evolución de estos nichos pre-carcinogénicos posiblemente sea por etapas, ya que no todos progresan en cáncer.

En una primera etapa, ciertas células que escapan el control de crecimiento celular por ciertas mutaciones en su genoma, sobreviven y siguen clonándose continuamente. Después, crean o encuentran un ambiente propicio, se ven rodeadas o generan compuestos como citoci-

\* Es investigadora del Instituto Nacional de Medicina Genómica, en el área de Farmacogenómica, en la Ciu-

dad de México.

nas inflamatorias o residuos de otras células, que les permiten establecerse, siguen reproduciéndose y cambian el entorno a su favor -un poco parecido a la gentrificación que ocurre en las grandes urbes-.



daño puede causar por un lado mutaciones genéticas para una etapa pre-carcinogénica, pero también crean un ambiente de inflamación repleto de citoquinas y factores de crecimiento que conllevan al establecimiento

y expansión de células anormales creando un nicho carcinogénico.

La modificación del ambiente en el que se desarrollan para su conveniencia (crecimiento), promueve su expansión de una colonia de células que tienen algo en común, crecer... Entonces, este nicho ya es carcinogénico porque cuenta con los elementos necesarios para la creación en masa del tumor y su desarrollo.

Así, la aparición de un tumor depende de estos nichos pre-carcinogénicos y carcinogénicos, que iniciaron al acumular ciertas mutaciones, lo que les permite eternizar su fenotipo de supervivencia y proliferación, aunado esto a la interacción con otras células, a los factores excretados y al ambiente que en conjunto crean el nicho carcinogénico.

Por ejemplo, daños químicos como la exposición constante al humo (de leña o de cigarro) hieren a nuestros tejidos, esta frecuencia de

Otro ejemplo, es el envejecimiento, en etapas tardías de la vida, es más difícil deshacernos de la "basura" celular que se acumula generando un ambiente pro-inflamatorio, lleno de excreciones y residuos que son aprovechados como nicho para la expansión por células, que ya tienen un estado pre-carcinogénico, con mutaciones acumuladas también por fallas en los procesos de reparación genética.

Todas estas observaciones han llevado a concluir que el cáncer no solo es una enfermedad de nuestro genoma sino que la carcinogénesis es el resultado de la interacción de mutaciones en el ADN con el ambiente celular y, también dependiente de lo que comemos, respiramos, sentimos, lugar de trabajo y hasta con cuanta intensidad nos asoleamos.

SaberMás 

Cancer Not Just "Bad Luck" A new study refutes one published earlier this year that claimed random mutations were at the root of many tumors. Jef Akst, The Scientist, December 18, 2015

The evolution of the cancer niche during multistage carcinogenesis Nature Reviews Cancer 13, 2013. Mary Helen Barcellos-Hoff, David Lyden & Timothy C. Wang Cancer-Driving Mutations Common in Normal Skin Cells. A deep-sequencing analysis reveals that non-malignant skin cells harbor many more cancer-driving mutations than previously expected. Anna Azvolinsky, The Scientist, May 21, 2015.

La  
ciencia  
en el  
cine

> THE FUTURE IS BRIGHT. /

# Black mirror

Horacio Cano Camacho

**E**n 1969 se publicó una novela de Philip K. Dick con un nombre raro, aunque premonitorio: se trata de Ubick (Ed. Minotauro, España. ISBN 9788445078303). En este libro, Philip Dick trata de un mundo en el que coexisten diversas realidades o universos de una manera hipnótica y extraordinaria. La novela se sitúa en 1992 y en esa época es posible mantener a los muertos en una especie de "semi-vida" en la que a través de conexiones electrónicas podemos comunicarnos con ellos. Esta conexión hace posible que un "semi-vivo" dirija incluso una empresa, imparta consejos a su familia y opine sobre cualquier cosa, hasta que llega el momento de —en

conjunto— decidir retirarlos de manera definitiva. Extraño... Lo interesante es que Philip K. Dick lo que está cuestionando es el concepto de realidad ¿quién está muerto, quién está vivo? ¿podemos pasar por diferentes épocas y situaciones tal como de una capa de cebolla a otra? ¿podemos modificar las leyes del espacio y el tiempo? Hay que leer esta novela, considerada por muchos entre las mejores de la ciencia ficción.

Ahora platicaremos no de cine, sino de televisión. Dicen que la televisión es el nuevo cine. Hace unos días me senté cómodamente a mirar la tercera temporada de Black Mirror, serie de la

televisión británica dirigida por Charlie Brooker y distribuida por Netflix. Al ver el capítulo "San Junipero" no pude menos que recordar al gran Philip K. Dick puesto que si bien no le dan el crédito, seguro se inspiraron en él, como buena parte de la serie, sin duda.

Las series británicas suelen ser más cortas y ágiles que sus pares norteamericanas. Sus temporadas se componen de tres a seis capítulos como máximo y todo indica que sus creativos le ponen más seso en las historias que cuentan que en los efectos y otros artilugios técnicos. Black mirror va por su tercera temporada, esta vez con seis episodios. Las dos temporadas anteriores reúnen en conjunto otros siete. Iniciada en 2011, se trata de una verdadera antología de relatos sobre la tecnología y nuestra relación con ella.

Sus secciones pueden ser vistas de manera independiente ya que son historias separadas. El punto de conexión entre ellos es el lado oscuro de la tecnología que nos muestran.

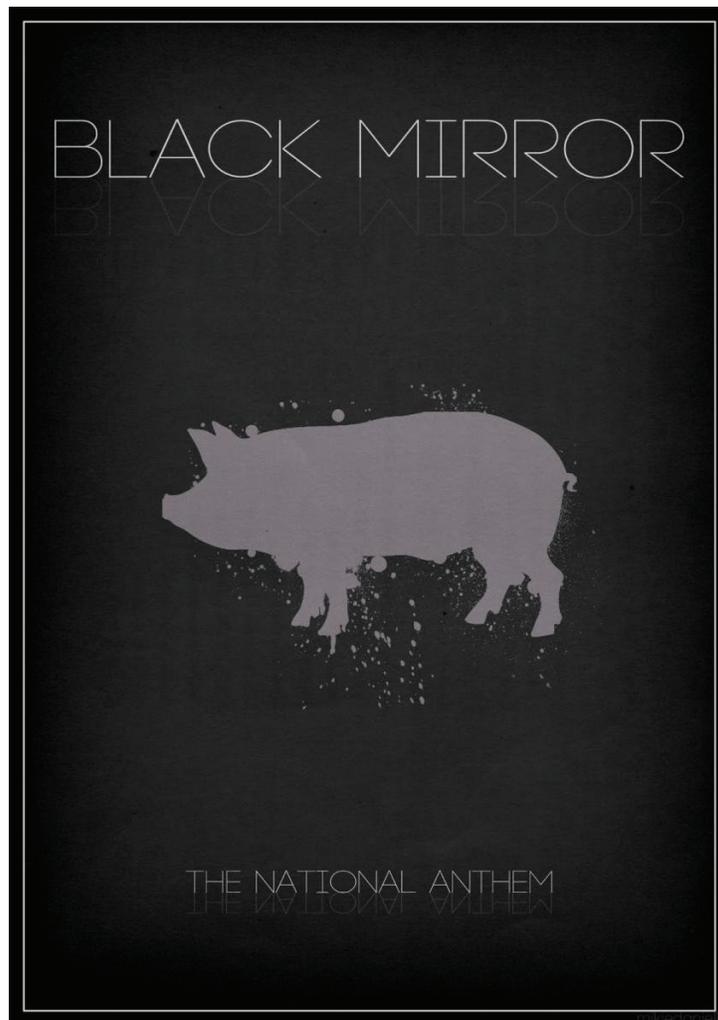
Es una visión muy crítica y desoladora: capítulo a capítulo se analiza nuestra absoluta dependencia de objetos tecnológicos y la paranoia desatada en muchos por su uso abrumador. Cada episodio toca un aspecto distinto de nuestra relación con la tecnología, ambientado en diferentes épocas y

con argumentos distintos. Como toda antología, podemos encontrar capítulos más interesantes para nosotros o incluso, mejor logrados unos que otros. Pero relamente todos son muy buenos y destacan de otras series comerciales.

Encontramos historias que van desde el ciber-chantaje usando los teléfonos celulares; nuestro "enganche" y dependencia con las redes sociales; la búsqueda de aceptación a través de la popularidad en las redes; la relación, a veces terrorífica, con los videojuegos; la telebasura y su creación, una sociedad alienada por la publicidad y una realidad creada por los medios; la manipulación de la sociedad a través de implantes cerebrales o el espionaje social por parte del gobierno...

Si hubiera que describir Black mirror en una sola palabra, tal vez esta sería "desasosegante". La serie es una distopía que nos dice que el futuro no se parece mucho a lo que esperamos buenamente de él y una voz de alarma por el contraste abrumador entre el enorme progreso tecnológico y la soledad y angustia de la sociedad. Capítulo a capítulo nos reconocemos en él...

¿Demasiado terrible? ¿por qué, entonces la recomiendo? Black mirror es una de las mejores series de la televisión en la actualidad, con historias en que buena



parte de nosotros nos reconoceremos, por que aunque habla del “futuro”, en realidad nos muestra que éste ya nos alcanzó. El primer capítulo de su tercera temporada nos cuenta de un “futuro” muy familiar, las personas buscando la aceptación en las redes. Cada persona premia con estrellas cada acción del vecino (como los likes de las actuales redes) a través de las fotografías de cada acción de los otros, sus vacaciones, lo que comieron ese día, a quien vieron al salir de casa... La intimidad a los ojos de todos. ¿Le suena parecido? La búsqueda de éxito o la posibilidad del fracaso en las manos de cuantos *likes* tengamos hoy, por el número de seguidores que reclutamos en una sesión.

No cabe duda que somos en gran medida producto de la tecnología. La invención de la agricultura, la domesticación del ganado, la creación de la cerveza, el vino o el queso, la construcción de las grandes catedrales, ropa, vivienda, medicina... cada paso que damos están acompañados de desarrollos tecnológicos. Pero en la actualidad, este desarrollo parece que por momentos nos subyuga y nos esclaviza. Y **Black mirror** nos advierte sobre esta relación no muy sana con nuestras creaciones. Desde esta perspectiva es un buen pretexto para reflexionar y recapacitar sobre nuestra forma de vida. No hay duda que

un teléfono celular, internet o las mismas redes sociales son herramientas muy poderosas para comunicarnos, para conocernos e intercambiar ideas, modos de ver el mundo. ¿Pero qué sucede si permitimos que dominen nuestras vidas y en lugar de usar estos recursos para acercarnos, son el pretexto para el aislamiento, la soledad, los miedos?

La serie es inquietante a más no poder: ¿qué tal si ese futuro es realmente la actualidad? ¿qué tal si ya nos alcanzó? La serie es en esencia una fábula terrorífica sobre el mañana en el que el hoy realmente no se distingue. De manera que la serie es una mezcla de ciencia ficción, recuento de las nuevas tecnologías y una pizca de realidad, tal como un documental. Esta serie se sale de lo habitual, sin duda. Es una sátira sobre la relación insana con la tecnología y a la vez, una crítica social que no tienen empacho en mostrarnos la soledad, la incomunicación y la enajenación que surgen en el tiempo... en el que contamos con mayores recursos para comunicarnos, encontrarnos y entender el mundo.

Recomiendo ampliamente acercarnos a esta serie, sin duda una de las mejores que la televisión nos brinda. Es una buena manera de reflexionar acerca de la tecnología, sobre todo aquella de consumo. Pero hágalo acompañado, de verdad es escalofriante...



Experimenta

# ¡Crea un detector de calor!

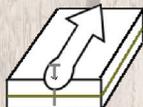
¡Si eres muy fanático de los artefactos de los espías y las historias de misterio, este proyecto te parecerá muy interesante! ¡Te sorprenderá darte cuenta de que no es tan difícil hacer un detector de calor que realmente funcione!

- 1 pedazo de cartón
- 1 liga elástica
- 1  delgado
- 1  madera
- 1 
- 1 vela, cerillos o encendedor

## ¿QUÉ HACER?

**1** Toma el cartón y córtalo en forma de flecha. La longitud de la flecha debe ser la misma que la del bloque de madera. Luego, toma la bandita elástica y colócala alrededor del bloque de madera.

**2** Toma el clavo delgado e insertarlo a través de la base central de la flecha de cartón. Coloca el clavo delgado debajo de la bandita elástica, en el centro de un lado del bloque. En este momento, tu proyecto debería tener este aspecto



**3** ¡Ya has terminado! Lo único que necesitas hacer es probar si el detector de calor realmente funciona. Puedes hacerlo tomando cualquier fuente de calor disponible, ya sea una vela, una cerilla o un encendedor.

**4** Enciéndelo y acércalo a la bandita elástica cerca del clavo. Observa cómo la flecha del cartón comienza a moverse en sentido contrario a las agujas del reloj. Luego, ubica la fuente de calor en el lado opuesto. Observa en qué dirección comienza a girar el cartón.

## ¿QUÉ PASÓ?

El experimento tiene como objetivo ilustrar la **expansión y contracción** de materiales cuando se les aplica calor. En este caso, el material que estamos tratando de calentar es la bandita elástica.

Cuando se aplica calor a la materia, sus partículas comienzan a moverse a una velocidad cada vez mayor, lo que resulta en un promedio mayor de separación de partículas. Cuando la materia cambia de volumen debido a esto, se observa la expansión térmica, es decir, la materia se expande. El grado de expansión depende del nivel de temperatura aplicada a la materia.

En cuanto a nuestro detector de calor, en cuanto aplicamos calor en la bandita, ésta comenzó a contraerse, haciendo que el clavo delgado gire y, por lo tanto, mueva la flecha. Después de colocar la fuente de calor en el otro lado, la parte caliente de la bandita elástica cambió y el lado anterior se enfrió. También nos dimos cuenta de que la flecha empezó a moverse en la dirección opuesta. Lo que ocurre en realidad es que la bandita elástica se contrae cuando se le aplica calor y luego se expande en cuanto esa área se enfría. Esto explica el movimiento de la flecha.



Somos inventores

Universidad Michoacana  
de San Nicolás de Hidalgo



UNIVERSIDAD MICHUACANA  
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
*Cuna de héroes, crisol de pensadores*

