

# saber más

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

## ¿Por qué no desaparecen los feos?

*Amanita muscaria*: La leyenda de un hongo y la navidad  
Escarabajos bupréstidos: Un tesoro desconocido de los ecosistemas  
Las parasitosis intestinales: Conocerlas para atacarlas  
Las comunidades purépechas: Soberanía alimentaria ante el COVID-19  
¿Qué comer? Alimentación con pertinencia biocultural  
ante la crisis por COVID-19

Regresando a lo local: Un efecto del confinamiento  
por COVID-19  
Humanizando a tu mascota ¿perro o perrhijo?  
Mi perro, ¿podría tener cáncer?  
Las mujeres y la montaña rusa  
La toxicología: Esencial en el desarrollo farmacéutico

Año 9 / No. 54 noviembre - diciembre/ 2020  
Morelia, Michoacán, México  
U.M.S.N.H.



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

# CONTENIDO



"La elección"  
Técnica: mixta,  
Liliana Díaz  
Instagram: @ratafakplasta  
Facebook: diamantina pura

## ¿Por qué no desaparecen los feos?

26

### ARTÍCULOS

- |                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Amanita muscaria</i> : La leyenda de un hongo y la navidad                    | 15 |
| Escarabajos bupréstidos: Un tesoro desconocido de los ecosistemas                | 19 |
| Las parasitosis intestinales: Conocerlas para atacarlas                          | 23 |
| Las comunidades purépechas: Soberanía alimentaria ante el COVID-19               | 33 |
| ¿Qué comer? Alimentación con pertinencia biocultural ante la crisis por COVID-19 | 37 |
| Regresando a lo local: Un efecto del confinamiento por COVID-19                  | 41 |
| Humanizando a tu mascota ¿perro o perrhijo?                                      | 45 |
| Mi perro, ¿podría tener cáncer?                                                  | 51 |
| Las mujeres y la montaña rusa                                                    | 55 |
| La toxicología: Esencial en el desarrollo farmacéutico                           | 59 |



15



23



37



45



55

### ENTÉRATE

- Premios Estatales de Ciencia 2020 en Michoacán 6
- Descubren moléculas de agua en la luna 8
- Un mayor número de académicos Nicolaitas reconocidos como investigadores nacionales 9

### TECNOLOGÍA

- Nanoalimentos: La tecnología de hoy 63

### UNA PROBADA DE CIENCIA

- El chef furioso 67

### CIENCIA EN POCAS PALABRAS

- Quorum sensing* o percepción del *quorum* 71

### LA CIENCIA EN EL CINE

- Bárbaros 75

### EXPERIMENTA

- El poder de la energía solar 79

### INFOGRAFÍA

- Fotografía científica 80



### Entrevista al Dr. Claudio Fuentes Grünewald

Investigador del Departamento de Biociencias de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Swansea, Gales, Reino Unido

10

# DIRECTORIO



## Rector

Dr. Raúl Cárdenas Navarro

## Secretario General

Mtro. Pedro Mata Vázquez

## Secretario Académico

Dr. Orépani García Rodríguez

## Secretaria Administrativa

ME en MF Silvia Hernández Capi

## Secretario de Difusión Cultural

Dr. Héctor Pérez Pintor

## Secretario Auxiliar

Dr. Juan Carlos Gómez Revuelta

## Abogado General

Lic. Luis Fernando Rodríguez Vera

## Tesorero

Dr. Rodrigo Gómez Monge

## Coordinador de la Investigación Científica

Dr. Marco Antonio Landavazo Arias

SABER MÁS REVISTA DE DIVULGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, Año 9, No. 54, noviembre-diciembre, es una Publicación bimestral editada por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo a través de la Coordinación de la Investigación Científica, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316 74 36, [www.sabermas.umich.mx](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, 10 de diciembre de 2020.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Esta revista puede ser reproducida con fines no lucrativos, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica. De otra forma requiere permiso previo por escrito de la institución y del autor.



## Director

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

## Editor

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

## Comité Editorial

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

Dr. Cederik León de León Acuña  
Dirección de Tecnologías de la Información y  
Comunicación, Universidad Michoacana de San  
Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. México.

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

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

Dr. Luis Manuel Villaseñor Cendejas  
Dirección de Investigación, Universidad de Morelia,  
Morelia, Michoacán. México

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

## Diseño y Edición

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

## Corrección de estilo

Lourdes Rosangel Vargas

## Administrador de Sitio Web

C.P. Hugo César Guzmán Rivera

## Saber Más Media

M en C Miguel Gerardo Ochoa Tovar

# EDITORIAL

Para este número de **Saber Más**, revista de divulgación de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, seguimos confinados. La emergencia sanitaria producida por el *Sars-CoV-2* no ha terminado, si bien desde la ciencia tenemos muchas expectativas. Para cuando tengan este número en sus manos o, mejor dicho, en sus pantallas, la vacunación seguramente se habrá iniciado. Pero vacunar a toda la población es un esfuerzo verdaderamente titánico que se llevará todo el año 2021. De manera que no podemos bajar la guardia y hay que redoblar los cuidados ahora que vemos una posible salida proporcionada por la ciencia.

Así que leer **Saber Más** puede ser una excelente alternativa para los que no tenemos necesidad de salir de casa y para los que si, también. Tenemos aquí un número muy completo que nos da cuenta de innumerables frentes donde el conocimiento científico está muy activo.

Un tema que nos interesa destacar es un grupo de artículos dedicados a la alimentación en tiempos del Covid. Es cierto que gran parte de las consecuencias más duras y dramáticas de esta enfermedad, tienen que ver con la alimentación o, mejor dicho, la mala alimentación. Pero el asunto no termina en solo lo que comemos, sino como llega a nuestra mesa. De manera que esta pandemia nos obliga a mirar hacia atrás y estudiar muy bien la forma en que nos alimentamos, consumimos y hasta llenamos nuestra despensa. De manera que la alimentación tradicional y desde lo local se va configurando como una verdadera alternativa. Los invito a entender por qué...

Nuestro artículo de portada es... delicioso. Déjenme decirles a qué me refiero. Resulta que todos asumimos que la selección de pareja tiene que ver con los estándares de belleza al uso. Es decir, si eres "guapo" ya trascendiste. O es lo que muchos guapos creen y lo que muchos "feos" piensan. Pero desde la biología las cosas se ven muy diferentes, para fortuna de nosotros los feos.

Tenemos una entrevista muy interesante sobre el potencial biotecnológico de las microalgas. Esta nos la concedieron desde Gales, en el Reino Unido. Vale mucho la pena, pues nos damos cuenta de que estos microorganismos pueden contener las claves para la solución de muchos problemas actuales.

Realmente tenemos un número muy completo. Y hay de todo, como en botica. Los investigadores nos hablan de la importancia de los insectos xilófagos, de las parasitosis intestinales (¡de cuidado!), mascotas y nuestra relación no muy sana con ellas, desde el trato hasta los cuidados de su salud. Tenemos un artículo muy interesante sobre la Navidad y sus colores y rituales desde la perspectiva científica, no se lo pierda.

En fin, nuestras secciones fijas de libros, cine, tecnología, noticias, y muchas más. Para pasar unas vacaciones o una cuarentena muy productiva aprendiendo de la ciencia de una manera muy sencilla y de la mano de los propios científicos.

Dr. Horacio Cano Camacho  
Editor



# ENTÉRATE

## Premios Estatales de Ciencia 2020 en Michoacán

Rafael Salgado Garciglia



Como cada año, en el Estado de Michoacán, el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación (ICTI), este pasado mes de octubre, entregó los **Premios Estatales de Ciencia, Tecnología e Innovación** a quienes desde la entidad contribuyen de manera significativa al avance del conocimiento en México en Ciencia, Tecnología e Innovación en Michoacán. Los premios fueron entregados en el marco del 15º Congreso Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y el 9º Encuentro de Jóvenes Investigadores de Michoacán, realizado en el Auditorio del Instituto Tecnológico de Morelia.

### Premio de Ciencias

Fue otorgado a la Dra. Isabel Israde Alcántara, del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. La investigadora ha realizado los prime-

ros estudios de evolución sedimentaria en cuencas lacustres en México, principalmente en Michoacán, logrando resultados por muchos años que aportan hallazgos relacionados al cambio climático.

### Premio de Divulgación

El Dr. José Vega Cabrera, de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, fue galardonado con este premio por sus más de 25 años de participación en la divulgación de la ciencia, con especial interés en impulsar las vocaciones científicas en estudiantes de diversos niveles académicos.

### Premio por la labor científica con perspectiva de género

Este premio fue entregado a la Dra. Marta Astier Calderón, catedrática del Centro de Investi-

gación en Geografía Ambiental de la Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia. Destacan sus estudios en el proyecto sobre la elaboración de la tortilla artesanal, que realizan grupos de mujeres de la cuenca del Lago de Pátzcuaro, con énfasis en la conservación de la agrobiodiversidad de maíces nativos de Michoacán.

### Premio de Tecnología

El galardón fue para el Dr. Mario Eduardo Abad Javier, M.C. Christian Omar Martínez Cámara y M.C. Ramiro Martínez Cámara, profesores del Instituto Tecnológico de Morelia, por su participación y avances en la mitigación de diversas problemáticas que aquejan a la sociedad mexicana, particularmente por sus trabajos sobre la Pandemia COVID-19, desarrollados para dar diversas soluciones a los problemas sanitarios.

### Premio por vinculación

Incubadora y Aceleradora de Empresas del Estado de Michoacán "Laboratorio de Emprendimiento y Desarrollo Empresarial, S.C., recibió este premio por sus proyectos y resultados sobre el sector económico y social de la entidad, ya que son decisivos en generar autoempleo, empleos directos e indirectos, así como por ofrecer acompañamiento a proyectos de empresas.

### Premio de innovación

La Universidad Intercultural Indígena de Michoacán fue merecedora de este premio por diversos productos innovadores, como el desarrollo del "Nutriiim", un alimento en polvo con propiedades nutricionales únicas, mediante la combinación de maíces criollos con moringa; por desarrollar un Concentrador Parabólico Compuesto que aprovecha los rayos del sol para la cocción del maíz, así como otro para el secado y molienda de maíz nixtamalizado



## ENTÉRATE

### Descubren moléculas de agua en la luna



**R**ecientemente, esta noticia comunicada por el Observatorio Estratosférico de Astronomía Infrarroja (Sofia, Stratospheric Observatory for Infrared Astronomy), confirmó la presencia de agua en diversos sitios de cráteres de la superficie lunar. SOFIA, por sus siglas en inglés, tiene un telescopio infrarrojo aerotransportado, montado en un avión, el más grande de su tipo en el mundo, con el que pudo aseverarse este descubrimiento, como resultado de sus investigaciones que por más de 15 años se realizan y que fueron publicados en dos artículos de la revista Nature Astronomy (<https://www.nature.com/articles/s41550-020-01222-x> y <https://www.nature.com/articles/s41550-020-1198-9>).

En éstos, se describe que las moléculas de agua fueron descubiertas dentro de los granos del suelo lunar en las partes iluminadas de la superficie, estimando una abundancia de aproximadamente 100 a 400 microgramos de agua por gramo de

suelo, con una distribución hasta ahora considerada local y probablemente que no sea un fenómeno global. Se sugiere que las moléculas de agua detectadas están almacenadas dentro de vasos o en vacíos entre granos protegidos del duro ambiente lunar, lo que permite que el agua permanezca en la superficie lunar. Con el modelo de estudio utilizado, se estima la existencia de unos 40 000 kilómetros cuadrados, espacios lo bastante fríos, que albergan hielo, casi un 20 por ciento más de lo pensado.

Este descubrimiento es esencial para los futuros humanos que viajen a la luna y más allá, como la próxima misión Artemis de la NASA, un proyecto de habitar la luna. La presencia de agua y hielo sugiere que podría ser posible explotar este recurso para convertirlo en combustible, reduciendo la carga de los futuros viajeros espaciales en sus aventuras más allá de nuestro planeta.

# ENTÉRATE

## Un mayor número de académicos Nicolaitas reconocidos como investigadores nacionales



### SISTEMA NACIONAL DE INVESTIGADORES



**E**l Sistema Nacional de Investigadores (SNI) es una agrupación perteneciente al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en México, que reconoce como INVESTIGADOR NACIONAL a investigadores y académicos de las diferentes disciplinas de las ciencias (Área I Ciencias Sociales y Administrativas; Área II Ciencias Exactas; Área III Ciencias Naturales y Agropecuarias; Área IV Ingeniería y Tecnologías; Área V Ciencias de la Salud; y Área VI Ciencias de la Educación y Humanidades), que realizan sus trabajos de investigación en nuestro país o a aquellos mexicanos que lo hacen en el extranjero. Fue creado en 1984 con el propósito de contribuir a la formación y consolidación de investigadores con conocimientos científicos y tecnológicos del más alto nivel, como un elemento fundamental para incrementar la cultura, productividad, competitividad y el bienestar social. Bajo criterios establecidos en un reglamento estricto, los académicos y tecnólogos son evaluados, con la publicación de una convocatoria anual, así como los

criterios generales y los específicos, que son publicados en la página electrónica del CONACYT. Estos reconocimientos se otorgan como Candidato SNI, SNI I, SNI II y SNI III.

Los resultados de la reciente convocatoria (2020), publicados a finales del mes de octubre de este año, mostraron un número creciente de investigadores de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), respecto a los reconocidos hasta el año anterior (2019). Actualmente, la UMSNH cuenta ahora con 427 profesores e investigadores reconocidos como investigadores nacionales, considerado con un crecimiento cercano al 10%, con un aumento además en el número en los niveles II y III. De éstos, 329 son nivel I, 76 son nivel II y 22 son nivel III.

El número de investigadores del SNI de la UMSNH ratifican el quinto lugar que ocupa dentro de las cinco universidades estatales públicas del país, reportado por el *Best Global Universities in México* (Mejores Universidades de México).

## ENTREVISTA

### Dr. Claudio Fuentes Grunewald

Por Rafael Salgado Garciglia y Horacio Cano Camacho



**A**ctualmente trabaja como investigador senior en el Departamento de Biociencias de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Swansea, Gales, Reino Unido. Sus estudios de licenciatura los realizó en Acuicultura en 2001, en la Universidad Arturo Prat, Iquique, Chile; los de maestría en ciencias en estudios ambientales (2008) y los de doctorado en Ciencia y Tecnología Ambiental (2011), ambos grados otorgados por la Universitat Autònoma de Barcelona, España. Su experiencia científica es sobre fisiología de algas con más de 20 años, con estudios sobre el crecimiento de algas (incluidas especies de flagelados delicados), análisis bioquímicos y purificación de metabolitos, con aplicaciones de estos extractos que van desde la acuicultura hasta la medicina. Es autor de más de 25 publicaciones sobre microalgas, con la mitad de su carrera trabajando en la industria privada y actualmente, además es consultor experto en el campo de las microalgas.

Dentro de sus principales intereses científicos están la investigación aplicada en biotecnología marina, producción de microalgas marinas y de agua dulce, acuicultura, diseño y construcción de fotobiorreactores y ciencias ambientales. Los que desarrolla en proyectos como la producción de microalgas a escala industrial, el aislamiento de cepas, la producción de metabolitos, el procesamiento industrial, estudios ambientales, acuicultura, bioenergía, cromatografía de gases, análisis de lípidos y análisis de composición bioquímica ([https://www.researchgate.net/profile/Claudio\\_Fuentes-Grunewald](https://www.researchgate.net/profile/Claudio_Fuentes-Grunewald)).

Es un apasionado del mar, practica surf durante más de 30 años en varios países del mundo. Fue uno de los fundadores de la Federación Chilena de Surf. Le encanta la música y viajar para conocer diferentes culturas.

*c.fuentesgrunewald@swansea.ac.uk*

### ¿Por qué el interés de realizar estudios en biotecnología, en particular con microalgas?

Aunque al iniciar los estudios de pregrado no tenía claro en qué enfocar mis estudios, pero como a mi me encanta el mar, soy surfista y una de mis pasiones es el mar, por lo tanto yo sabía que mis estudios se encaminarían a algo relacionado con el mar para poder estar cerca de él, lo que me llevó a estudiar Ingeniería en Acuicultura, con especialización en microalgas aunque en algas en general, teniendo ya casi 25 años de trabajo con ellas, un mundo que cada día tiene más aplicaciones, que espero que para el futuro, sea una fuente importante de proteínas para poder alimentar a la gran cantidad de humanos que seremos en 20 años más.

### En México se perdió el interés para la producción y consumo de microalgas, aunque actualmente se ha retomado ¿a qué atribuyes que esto hay pasado?

Debo de decir que en México hay una tradición en términos de microalgas de siglos, tanto la cultura maya como azteca ya consumían masivamente espirulina y en la década de los 80's y 90's del siglo pasado, realmente vino ese "boom" por el consumo de algas, no solo en México sino en el mundo general, porque se sabe que espirulina es uno los de los organismos con el mejor perfil proteico, el mejor de muchos alimentos, ya que casi

tiene todos los aminoácidos. Pero en el 2007-2008 vino un nuevo interés por las microalgas, debido a la crisis del petróleo, viéndose como una alternativa para la producción de biocombustibles. De hecho, en mi doctorado realicé estudios con un grupo específico de microalgas, los dinoflagelados, para ver la potencialidad de producir aceites para la producción de biodiesel. Ahora es una industria con un crecimiento fuerte, de la cual soy parte, avanzando con la tecnología y realizando ciencia de frontera, adaptando tecnología de otras industrias como la tecnología de membranas, que se utiliza en las plantas desalinizadoras para la filtración a nivel molecular. En Reino Unido o Europa, hay mucho interés en la microalgas por el nuevo objetivo llamado "farm to fork", de la granja al tenedor, desarrollando el cultivo de las microalgas con el uso de desechos de otras industria para obtener los metabolitos necesarios y producir un sinfín de productos.

### ¿Cuáles son los avances y resultados en las investigaciones que realizas con las microalgas como fotobiorreactores?

Actualmente trabajo en dos proyectos con la Unión Europea, en uno de ellos utilizamos desechos orgánicos derivados de plantas industriales anaeróbicas, de las que en Europa hay diecisiete mil, que principalmente producen electricidad, para la generación de metano del cual se obtiene la





electricidad. Debido a que los digestatos, desechos orgánicos de este tipo de plantas que son ricos en amonio y en fosfatos, deben de reducirse en gran manera para el 2021 por la regulación de la Unión Europea, ya que ahora se esparcen en los campos de cultivo, lo que conlleva a la contaminación de aguas subterráneas y ríos, por amonio y fosfato, que ocasiona un alto crecimiento de algunas microalgas, ocasionando mareas rojas. Nuestro proyecto consiste en recoger esos digestatos, pasarlos por membranas para su filtración y obtener los digestatos puros, que por medio de los fotobiorreactores, con luz natural y artificial en invierno, hacemos crecer la microalgas para que realicen fotosíntesis. Las microalgas realizan un servicio ambiental, ya que toman el amonio y fosfato del desecho para crecer, cuando les proporcionamos una fuente de carbono en forma de azúcar como dextrosa o glucosa, aunque ahora estamos utilizando desechos de chicle, que nosotros usamos como esa fuente de azúcar, para la producción de biomasa, que después se incorpora a alimentos para animales, para cerdos y para peces. Este proceso es un ejemplo de economía circular.

### ¿Cuál es el potencial de estos microorganismos?

Las microalgas son organismos muy versátiles, que, gracias a ellos en parte, nosotros respiramos ya que si bien es cierto que tenemos grandes bosques en el mundo, el 50% de la producción de oxígeno en el planeta es producida por organismos del fitoplancton del océano y prácticamente la atmósfera se formó por la actividad de las cianobacterias, por lo que le debemos mucho a las microalgas. ¿Qué se puede hacer con ellas? Un sinnúmero de cosas, en la Universidad de Swansea estamos haciendo investigación para biorremediación de distintos tipos de efluentes como aguas contaminadas de distintas industrias (minera, cervecera, lechera, entre otras), por lo que es muy versátil ya que además de hacer este servicio medioambiental también podemos producir un sinnúmero de distintos tipos de metabolitos. Como ejemplos, la producción de aceites como el omega-3 que se aplica en la adición a piensos usados en acuicultura o en cosmética, como algunos pigmentos específicos y caros como las ficobiliproteínas, las ficocianinas y la ficoeritrina. Este último pigmento se usa mucho en medicina, es un compuesto de alta fluorescencia, que se conjuga con anticuerpos y sirve para ver

hacia donde van éstos en nuestro organismo, también se usan para teñir tejidos. Además, tenemos a *Spirulina* y *Chlorella*, dos algas reconocidas por ser fuente de proteínas, así como de exopolisacáridos que se utilizan como gelificantes en la industria alimentaria. Es decir, tienen una variedad enorme de aplicaciones industriales.

**Al realizar investigación tecnológica, relacionada directamente con la industria ¿qué puedes decirnos acerca de la importancia de su alcance para obtener financiamiento?**

Nosotros tenemos mucha relación con México, colaboro en varios proyectos, uno de ellos se llama Ficopigmentos que trabajamos con la Universidad de Nuevo León, otros con el INECOL en Xalapa y empresas privadas de Guadalajara. Sabemos la realidad de la ciencia, existe una necesidad para el apoyo de la ciencia y generar conocimiento, dando valor agregado a todas las cosas. Yo creo que no hay nada que inventar, lo que debe de hacerse es lo que hacen todos los países desarrollados como los de la Unión Europea, que sugieren que como científicos de universidades públicas para obtener un proyecto financiado se tiene que asociar a una empresa, aparte de la ciencia básica, ésta también debe ser

aplicada. Tiene que haber esa comunicación para generar este conocimiento para tener un objetivo claro como nosotros, que al final de un proyecto debemos generar un producto, un proceso o un servicio, respecto a los artículos científicos, sabemos que tenemos que publicar y lo hacemos. Tanto la academia y la industria hacen una sinergia para poder avanzar.

**¿Qué aplicaciones en el futuro de la medicina tienen las microalgas?**

Efectivamente, las microalgas tienen mucha aplicación en la biomedicina, en específico algunos grupos son grandes productores de amfidinólidos, que son precursores de antibióticos, de hecho, tengo un artículo publicado en 2016 en el que reportamos el uso de un dinoflagelado (*Amphidinium carterae*) que produce grandes cantidades de amfidinólidos y varios tipos de policétidos, que se usan para la producción de antibióticos ([https://www.researchgate.net/publication/304746763\\_Long-term\\_dinoflagellate\\_culture\\_performance\\_in\\_a\\_commercial\\_photobioreactor\\_Amphidinium\\_carterae\\_case](https://www.researchgate.net/publication/304746763_Long-term_dinoflagellate_culture_performance_in_a_commercial_photobioreactor_Amphidinium_carterae_case)). También colaboro con otro grupo en el estudio de cianobacterias que producen toxinas que, aunque son tóxicas, tienen propiedades con-





tra el cáncer como la toxina liposoluble producida por un dinoflagelado (*Alexandrium catenella*), que bloquea la bomba de sodio y potasio en las células animales. Como vemos, son aplicaciones muy interesantes en esta área.

**¿Qué requisitos deben de cumplir los estudiantes o académicos, interesados en realizar investigaciones en tu grupo de trabajo?**

Nosotros estamos abiertos para recibir estudiantes, siempre incito a todos los estudiantes a que vengan a trabajar con nosotros, en nuestro grupo de la Universidad de Swansea, en especial me encanta recibir gente que hable mí misma lengua, por lo tanto, animo a gente de México a que

pueda aplicar para unirse a nuestro grupo. Un requisito principal es el idioma inglés, además del conocimiento que nosotros realizamos y saber qué es lo que quieren hacer. En términos de trámites, la verdad es sencillo, es importante conseguir el financiamiento para la estancia y un seguro de gastos médicos. Una vez aceptados, pueden utilizar el equipo y recursos, con el que cuenta el grupo de investigación.

**¿Tienen alguna experiencia con el uso de microalgas en el tratamiento de aguas residuales urbanas?**

Si, de hecho, tenemos otro artículo publicado en conjunto con la empresa "Welsh Water", que maneja todo el sistema de manejo de aguas residuales en Gales. Lo que hicimos fue algo super interesante porque en el fondo, aislamos microalgas de sus propias plantas de tratamientos con las que realizamos la filtración de estas aguas, resultados publicados en 2018 (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5872038/>). Las microalgas no solo las utilizamos para biorremediación en las plantas de tratamiento de aguas, es decir que puedan absorber el amonio y el fosfato, sino también para la producción de oxígeno, porque el mayor costo que tiene una planta de tratamiento de aguas es la oxigenación entre el tanque primario y el secundario. Nosotros al producir estas microalgas, utilizamos el oxígeno para inyectarlo y bajar los costos del tratamiento.

## ARTÍCULO

***Amanita muscaria: La leyenda de un hongo y la navidad***

Gerardo Solís González y María Carmen Bartolomé Camacho



**QFB Gerardo Solís González**, estudiante del Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas, Opción Biotecnología Alimentaria, Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[gerardo.solis@umich.mx](mailto:gerardo.solis@umich.mx)

**D.C. María Carmen Bartolomé Camacho**, Profesor-Investigador Titular del laboratorio de Toxicología Ambiental, Facultad de Químico Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[carbarcam@hotmail.com](mailto:carbarcam@hotmail.com)

Los hongos son un extenso grupo de organismos que incluyen desde aquellos conformados por una sola célula y sólo visibles con la ayuda de un microscopio, hasta aquellos con formas tan atractivas a las vista y tamaños variables. Dentro de este grupo se encuentran los mohos, levaduras y setas. Los primeros los encontramos en los alimentos en proceso de descomposición, son de aspecto aterciopelado y algodonoso; los segundos sólo son observables con microscopio, pero sus usos son múltiples en los procesos fermentativos para la producción de alimentos como pan o cerveza; y, los últimos son los más conocidos puesto que son observables a simple vista, y muchos de ellos los usamos como alimento. Aprovechamos que estamos en esta época de fiestas, en la que en muchos lugares del mundo se celebra la navidad, para hablarles de estos hongos que al final mencionamos, pero en

particular de uno, la *Amanita muscaria*. Pero, ¿qué relación hay entre la navidad y este hongo?, precisamente de eso te hablaremos en este artículo.

El mundo de los hongos es verdaderamente fascinante pues, mientras unos son en extremo deliciosos, otros tantos son bastante peligrosos.

### ***Amanita muscaria* ¿Un hongo tóxico?**

Los hongos comestibles tienen excelentes propiedades nutricionales por ser fuente de proteínas, minerales (ej. hierro, calcio, fósforo, potasio) y vitaminas del complejo B y C. Algunos otros tienen propiedades medicinales debido a su capacidad de estimular el sistema inmunitario y muchos otros tienen propiedades tóxicas como los que pertenecen al género *Amanita*.

El género *Amanita* cuenta con unas 600 especies de hongos basidiomicetos, muchos de ellos comestibles, otros extremadamente mortales y otros pocos, alucinógenos. Sus propiedades químicas son las que hacen esta gran diferencia. Tal es el caso de la oronja, científicamente conocida como *Amanita caesarea* y la falsa oronja, *Amanita muscaria*, también conocida como mata moscas o mosquero. La primera, según archivos históricos, era el alimento favorito del emperador romano Claudio, mientras que la segunda fue utilizada por su cuarta esposa, Julia Agripina, mezclándola en su comida, para poder asesinar al emperador y que, el hijo mayor de Agripina, Nerón, lograra apoderarse del trono romano.

A pesar de que *Amanita muscaria* es diferente a *Amanita caesarea*, ya que son de diferente color, *A. muscaria* es reconocido por presentar el pileso, comúnmente denominado sombrero, de color rojo con puntos blancos, que después de la lluvia, estos decoloran y los puntos blancos desaparecen, convirtiéndose de la falsa oronja a la auténtica oronja, de ahí su nombre y que Agripina haya podido lograr su cometido sin levantar sospechas ante el emperador Claudio.

Como dijo Paracelso, "Nada es veneno, todo es veneno: la diferencia está en la dosis", esto aplica también con *Amanita muscaria*. Una alta dosis genera la muerte, pero una baja dosis hace actuar a la falsa oronja con potencial enteógeno, es decir, con una capacidad de provocar estados de alucinación. El muscimol es el componente psicoactivo que junto con el ácido iboténico son responsables de los efectos psicotrópicos de este hongo. El ácido iboténico, una neurotoxina, al desecarse el hongo, se convierte por descarboxilación en muscimol, siendo éste más estable y más potente a nivel de psicoactividad. Este último compuesto se encuentra en el hongo fresco en proporciones más reducidas. El muscimol es un potente agonista selectivo de los receptores ácido gamma amino butírico (GABA), principal neurotransmisor inhibidor del sistema nervioso central, que están ampliamente distribuidos en el cerebro y particularmente activos en el cerebro, corteza cerebral y en el hipocampo.



*Amanita muscaria*: un hongo tóxico (pixabay: <https://pixabay.com/es/photos/amanita-muscaria-seta-2817723/>)



Venus Blueprint Database por Richard Merrik

Danna Larsen  
Chaman Sami (Ritual de Amanita) y Origen chamánico de Papá Noel

### Una leyenda navideña

Una vez que te presentamos a *Amanita muscaria*, te contaremos su relación con una de las tradiciones más emblemáticas del mes de diciembre o del fin de cada año, la festividad navideña, de la cual estamos seguros, muchos ignoramos su origen. Podemos pensar que esta festividad celebra el nacimiento de Cristo, sin embargo, varios de los elementos añadidos a través de los tiempos tienen orígenes principalmente paganos. La nochebuena es el 24 de diciembre, día en que se celebra también el solsticio de invierno, pero que tradicionalmente los cristianos lo tomaron para festejar la Navidad. El norte de Europa nos aportó el efecto psicotrópico de la *Amanita muscaria* que ha dado lugar a la recreación de personajes como Papá Noel, el árbol de Navidad y los renos voladores. Continúa leyendo ¡Te contaremos!

Primero, hablemos del origen de Papá Noel, un tipo regordete de redondas y rojas mejillas que baja por la chimenea la noche de Navidad para llevar regalos a los niños, siempre con un traje rojo con blanco característico ¡adivinaste! la combinación de colores de *Amanita muscaria*.

¿Por qué esta relación? Se debe a diversas tradiciones, la primera de ellas nace en los pueblos Sami de Laponia, en la región nórdica, los que co-

mían habitualmente setas alucinógenas, las que también daban a sus renos en los días posteriores al solsticio de invierno. Ellos vestían atuendos de colores rojo y blanco, regalaban los hongos y se intoxicaban hasta el punto de poder creer que volaban.

Además, también sabemos que los chamanes siberianos utilizaban un traje imitando el aspecto de la *Amanita* de color rojo con puntos blancos y, con las grandes nevadas, a veces introducían las setas por la chimenea para que no se humedecieran. Esta imagen se afianzó siglos después cuando San Nicolás, un obispo turco, llevaba regalos y dones a los más necesitados, utilizando su traje de obispo con la misma combinación de colores.

### Árbol de Navidad, Renos y *Amanita muscaria*

Sabemos que, en la festividad navideña actual, el árbol es otra tradición ¿qué relación hay entre éste y el hongo?, algo muy fácil de explicar, ya que *A. muscaria* crece bajo los pinos de las planicies siberianas, y en esta época semejan regalos, como los que suelen poner debajo del árbol para la fiesta de Navidad. Pero aún hay más, ya que los chamanes de las tribus también solían cortar estos hongos y colgarlos de las ramas de los pinos, esto con dos objetivos: el primero, evitar que los renos tuvieran



## ARTÍCULO

## Escarabajos bupréstidos: Un tesoro desconocido de los ecosistemas

Cisteil Pérez y David Venegas

Escarabajo bupréstido de la especie *Hiperantha interrogationis*. Fotografía: Enrique Ramírez García

**Cisteil Pérez**, Investigadora Posdoctoral. Laboratorio de Interacciones Bióticas en Hábitats Alterados, IIES, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia.  
[cxinum@gmail.com](mailto:cxinum@gmail.com)

**David Venegas**, Comunicador de la ciencia. Colectivo Cúmulo de Tesla.  
[david.venegasct@gmail.com](mailto:david.venegasct@gmail.com)

**A**nte el panorama actual del mundo en el que suceden cambios importantes en los ecosistemas, es necesario aprovechar la capacidad de la ciencia para predecir y gestionar los posibles escenarios de crisis que se avecinan a corto y mediano plazo. Para lograr esto, requerimos una base robusta de conocimientos que nos permita entender cómo funcionan los ecosistemas actuales, qué especies habitan en ellos y el papel que desempeña cada una de ellas.

En este sentido, **ampliar nuestro conocimiento sobre los insectos es urgente**, pues las interacciones en las que participan podrían estar apuntalando la estructura funcional de ecosistemas o biomas completos. Dicho de otra manera,

si pensáramos en un ecosistema como uno de esos dulces típicos mejor conocidos como «alegría», el amaranto, las nueces, los cacahuates, las pasas y demás frutos secos representarían a las especies de vertebrados y plantas que lo componen; mientras que la red de interacciones finas que protagonizan los insectos sería la miel, esa matriz que mantiene a todos los elementos unidos y permite que se forme el dulce, o en este caso, el ecosistema. Por sus particularidades, en este artículo te presentamos a un grupo de insectos que consideramos como el tesoro escondido de los ecosistemas.

### Escarabajos bupréstidos y sus particularidades

Este tipo de escarabajos despiertan el interés y admiración de las personas en muchos sentidos. Por un lado, se les llama *escarabajos joya* por los colores brillantes y metálicos que caracterizan a muchas especies; algunos son tan bellos que los coleccionistas los buscan y atesoran como si estuvieran hechos, literalmente, de piedras preciosas y orfebrería. Fue gracias a esta práctica que se describieron cientos de las 17 500 especies de escarabajos joya que hoy se conocen en el mundo (922 especies en México), y es seguro que faltan muchas por

descubrir. Sin embargo, poco se ha descrito de su comportamiento o interacciones con otros organismos.

Las excepciones a lo anterior, surgieron a partir de los problemas que los bupréstidos causan a las actividades humanas, por ejemplo, cuando infestan y acaban con grandes extensiones de bosques maderables. A esa conducta se debe su otro sobrenombre: *barrenadores metálicos*, ya que sus larvas hacen perforaciones muy particulares en árboles vivos y muertos cuando se alimentan de ellos, razón por la cual estos bellos insectos metálicos, son una preocupación constante para las comunidades humanas que dependen del aprovechamiento forestal.

### Una dieta variada

Aunque algunos comen esporas de hongos, la gran mayoría de los bupréstidos se alimentan exclusivamente de tejidos vegetales vivos o muertos, y se pueden especializar en consumir una estructura particular de su planta hospedera. También es común que las larvas se alimenten de cierta estructura de la planta, la madera, por ejemplo, mientras que los adultos de la misma especie

**XILÓFAGOS.** Este tipo de bupréstidos se alimentan de madera viva de árboles en pie y seleccionan a los que están débiles o enfermos para poner sus huevos. Cuando nacen, las larvas se alimentan de la madera del árbol y muchas veces terminan por matarlo. Este proceso elimina a los individuos poco vigorosos y permite que árboles sanos ocupen su lugar, lo que mejora la salud del bosque en general. También es posible que sólo una rama de un árbol esté enferma. En ese caso los bupréstidos infestan esa rama y la secan, así el árbol se deshace de ella y puede sanar.

**SAPROXILÓFAGOS.** En cambio, éstos se alimentan exclusivamente de madera muerta, como troncos y ramas caídas. Esto es importante, porque la madera es un tejido muy difícil de digerir y de aprovechar para los seres vivos, y este tipo de bupréstidos son el primer paso de la cadena, que se requieren para reciclar los nutrientes de un árbol que muere. Las larvas de estos bupréstidos consumen la madera y la desechan, ya procesada, en formas aprovechables para microorganismos y hongos.





Escarabajo buprestido del género *Lampetis*. Fotografía: Enrique Ramírez García

prefieren las hojas o las flores. Este escenario parece un problema para las comunidades de plantas, pero los buprestidos llevan a cabo una amplia variedad de funciones importantes que benefician a sus plantas hospederas y a los ecosistemas que habitan, agrupándolos en xilófagos, saproxilófagos, minadores de hojas y los que pueden comer polen, néctar o pétalos cuando son adultos.

Una variante curiosa en los hábitos alimenticios de los saproxilófagos, es la especialización en madera quemada. Los buprestidos del género *Melanophila*, encuentran incendios a más de 100 kilómetros de distancia con detectores de calor que tienen en sus ojos, y llegan rápidamente en enjambres para copular apenas unos metros por encima de las llamas y dejar sus huevos en la madera recién quemada. Así, cuando las larvas emerjan podrán darse un festín con la madera chamuscada, que es lo único de lo que se pueden alimentar. Estos amantes del fuego representan una de las primeras fases de regeneración de un ecosistema después de un incendio, ya que ponen nutrientes como el nitrógeno a disposición de microorganismos del suelo que propiciarán la germinación de nuevas plantas.

También están los buprestidos minadores de hojas que son muy pequeños, pues sus larvas tienen que caber entre las capas que forman el haz y el envés de las hojas. Su presencia se delata por los caminos blancos o transparentes que dibujan a su paso, y cuando ya comieron suficiente, forman una pupa para hacer la metamorfosis al estado adulto. Muchas veces la hoja se cae al suelo y se seca con las pupas dentro, pero eso no importa, ya que de todos modos los adultos saldrán unas semanas después.

Hay otro grupo de buprestidos que, además de consumir hojas, ramas o madera cuando son larvas, pueden comer polen, néctar o pétalos cuando son adultos. **A veces sucede que, al visitar las flores también pueden polinizarlas**, aunque se considera que no son polinizadores tan importantes como las abejas y otros insectos.

### Joyas en un mundo cambiante

Una de las consecuencias más importantes del cambio climático global es la variación y disminución en la cantidad de lluvia, así como los periodos en que esto ocurre, lo cual provoca que bosques

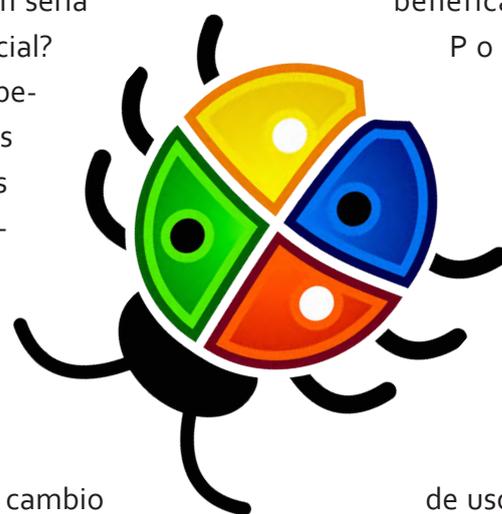
enteros se debiliten debido al constante estrés hídrico y térmico que enfrentan los árboles. Muchas especies de bupréstidos aprovechan esta situación y, junto con otros insectos, infestan bosques enteros hasta transformarlos en áreas grises con cientos de árboles muertos en pie.

Por eso, las predicciones sobre la posible ocurrencia de estos fenómenos en distintas regiones del mundo, también deben considerar las probabilidades de que las especies se dispersen más fácilmente a zonas que antes no habitaban. Por ejemplo, *Agrilus plannipenis* (Emerald Ash Borer), que es una especie originaria de Asia, ya se reporta como invasora en Estados Unidos y Canadá, donde ha destruido bosques completos. Para tratar de controlar la invasión, se han tenido que importar especies de avispas que se alimentan de las larvas del escarabajo; no obstante, eso implica introducir más especies exóticas y desconocemos cómo impactarán a las especies nativas.

La experiencia con el manejo de esta especie de escarabajo nos ha enseñado que **debemos prevenir que esta y otras especies extiendan sus territorios**, ya que todavía no tenemos una forma adecuada de controlar sus poblaciones. Incluso, algunas especies mexicanas como *Chrysobothris yucatanensis* y *Chrysobothris peninsularis sinaloae* que, hasta el momento, solo han mostrado un impacto regional en árboles de importancia forestal como el cedro rojo (*Cedrela odorata*), podrían cambiar su comportamiento con el aumento de la temperatura global y regional.

Otra consecuencia del cambio climático es el incremento en el número e intensidad de incendios al año, y todavía no tenemos muy claro qué papel van a jugar los bupréstidos en esos escenarios. Cabe preguntarse, ¿qué pasaría con las especies que se alimentan de madera quemada?, ¿su

participación sería o perjudicial? demos especular que sus poblaciones podrían estar en riesgo, ya que muchas zonas experimentan cambio de suelo después de un incendio, lo cual evita que se cumpla su ciclo de regeneración natural.



benéfica  
P o -  
de uso  
un incendio, lo  
plan sus ciclos

### No todos los escenarios son desalentadores

Aunque los bupréstidos no son polinizadores tan relevantes en este momento, son candidatos a ocupar los sitios que podrían dejar polinizadores más importantes y abundantes como las abejas, en caso de que estas sigan extinguiéndose aceleradamente como hasta ahora. Así, si la «primera línea» de polinizadores desapareciera —y realmente deseamos que esto no ocurra—, quizás otros insectos podrían ayudar a disminuir el impacto de esa pérdida en plantas nativas y de cultivo.

Frente a la actual crisis de extinción de insectos, **es pertinente valorar a los bupréstidos más allá de su importancia económica o estética**, ya que sus funciones ecosistémicas son muy amplias, tanto en diversidad como en magnitud, y aún nos falta mucho por descubrir al respecto. En ese escenario, es de suma relevancia incrementar nuestro conocimiento sobre ellos para planear estrategias adecuadas de conservación y de monitoreo de este grupo. Es por eso que entomólogos y ecólogos trabajan a contrarreloj, antes de que los bupréstidos sean víctimas de la acelerada extinción a la que se enfrenta la biodiversidad.



Bellamy, C. L. (2012). *The world of jewel beetles*. <https://cerambycids.com/buprestidae/index.html>

Naturalista. (2020). *Escarabajos barrenadores metálicos (familia Buprestidae)*. <https://www.naturalista.mx/taxa/54964-Buprestidae>

Romero-Nápoles, J. y Westcott, R. L. (2017). «Buprestidae», en Cibrián, D. (editor). *Fundamentos de Entomología*

*Forestal*, México, Universidad Autónoma Chapingo, pp. 227–233. [https://www.researchgate.net/profile/Dulce\\_Zetina2/publication/337447577\\_Fundamentos\\_de\\_Entomologia\\_Forestal\\_Conacyt/links/5e5fdb42a6fdccbeba1c6b44/Fundamentos-de-Entomologia-Forestal-Conacyt.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Dulce_Zetina2/publication/337447577_Fundamentos_de_Entomologia_Forestal_Conacyt/links/5e5fdb42a6fdccbeba1c6b44/Fundamentos-de-Entomologia-Forestal-Conacyt.pdf)

# ARTÍCULO

## Las parasitosis intestinales: Conocerlas para atacarlas

Hugo Sánchez Alanís y Néstor Casillas Vega



**M.C. Hugo Sánchez Alanís**, Departamento de Patología Clínica, Hospital Universitario José Eleuterio González, Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Estudiante del Programa de Posgrado de Doctorado en Ciencias con Orientación en Microbiología.

[hsa\\_inte@hotmail.com](mailto:hsa_inte@hotmail.com)

**Dr. Néstor Casillas Vega**, Departamento de Patología Clínica, Hospital Universitario José Eleuterio González, Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Profesor de la Facultad de Medicina, UANL.

[nestor.casillas.vega@hotmail.com](mailto:nestor.casillas.vega@hotmail.com)

Las parasitosis intestinales son enfermedades infecciosas que se producen al ingerir quistes, huevos de protozoarios o larvas de gusanos, lo cual constituye un problema de salud pública mundial. Es la segunda causa de muerte más importante entre los niños menores de 5 años.

### ¿Cómo se transmiten y quiénes son los responsables de una parasitosis intestinal?

La transmisión puede darse por contacto fecal-oral de persona a persona, y los parásitos causales pueden utilizar a animales como reservorios, tales como cerdos, vacas y animales de compañía. Otro medio por el cual se puede dar la infección, es al consumir alimentos que no han sido previamente tratados con los cuidados necesarios para el consumo humano y por el agua no potable.

Otros factores de riesgo a los que se le atribuyen las parasitosis intestinales son la residencia rural, un sistema deficiente en el alcantarillado y la

falta de disponibilidad de agua potable, así como la presencia de animales de granja cerca de las viviendas, mala higiene por falta de lavado de manos, nivel educativo, hacinamiento y nivel socioeconómico.

### ¿Qué son los parásitos intestinales?

Los parásitos intestinales son **microorganismos eucariotas unicelulares y pluricelulares que viven dentro de otro organismo** de manera obligada, en este caso el intestino de los seres humanos. Es importante destacar que el ciclo de vida de los parásitos es bastante complejo y único de cada individuo. De manera general, estos pueden requerir de uno o dos hospederos para su desarrollo, así se distinguen hospederos intermediarios y hospederos definitivos.

Debido a que los parásitos deben adaptarse a varios tipos de hábitat, su ciclo de vida presenta dos estadios bien diferenciados: el primero, es el quístico, con resistencia y sin capacidad metabólica o reproductiva; el segundo, el trofozoíto, de baja resistencia y con alta actividad metabólica y reproductiva. La enfermedad ocurre cuando el individuo se encuentra infectado con estos microorganismos en la fase trofozoíto, es allí cuando se presentan los principales síntomas.

### Síntomas

Distinguir los principales síntomas de estas in-

fecciones podrá impactar de manera positiva en el restablecimiento de la salud del individuo. Las afecciones provocadas por parásitos a nivel digestivo, son principalmente **diarrea, vómitos y náuseas**, además de una debilidad física general y pérdida de peso. También se ha relacionado con el síndrome de intestino irritable y urticaria que es un proceso alérgico en la piel, hasta llegar a complicaciones mayores como anemia, desnutrición, retraso en el crecimiento, bajo desarrollo cognitivo y, en el peor de los casos, pueden causar la muerte dependiendo de los factores biológicos, ambientales y el estilo de vida que presente cada individuo.

### El diagnóstico de la enfermedad

Es importante conocer cómo detectar de manera rápida y efectiva el microorganismo causante de la parasitosis intestinal para su tratamiento correcto y evitar las complicaciones propias de la enfermedad. Al mismo tiempo, debemos tener la capacidad de diferenciar los síntomas que ocasionan otro tipo de microorganismos, que al infectar podrían presentar en el cuadro clínico una sintomatología muy parecida.

Los métodos diagnósticos de parasitosis intestinales han sido mediante **técnicas microscópicas estándar**, que consiste en el uso de colorantes con yodo-lugol o con la tinción de Kinyoun, en búsqueda de estructuras características de cada uno de los parásitos de interés.

## PARASITOSIS INTESTINALES MÁS COMUNES

- ❖ **GIARDIASIS**  
(*Giardia intestinalis* o *G. lamblia*)
- ❖ **AMEBIASIS**  
(*Entamoeba histolytica*)
- ❖ **ENTEROBIASIS U OXIURASIS**  
(*Enterobius vermicularis*)
- ❖ **ASCARIASIS**  
(*Ascaris lumbricoides*)
- ❖ **TENIASIS**  
(*Taenia solium* y *T. saginata*)
- ❖ **CISTICERCOSIS**  
Formas intermedias de *Taenia*  
(*Cysticercus* spp)



Además, existe el uso de **pruebas comerciales** para la detección de parásitos entéricos basados en reacciones inmunológicas y, recientemente, se ha dado el auge de los **métodos moleculares**, los cuales se basan en la identificación de genes específicos de los parásitos de interés, y que han ayudado a una mejor identificación de los agentes causantes de parasitosis. También se han llevado a cabo el análisis del genoma mediante la técnica de **secuenciación de ácidos nucleicos**, que están basadas en conocer cómo está constituido el ADN de los parásitos y compararlos con patrones previamente establecidos.

Aunque estas técnicas disminuyen el tiempo del diagnóstico y el aumento de la especificidad para su búsqueda, **presentan desventajas como el alto costo**, por lo que se convierte en una de las barreras para poder implementar de manera generalizada este tipo metodologías, y en su mayoría, solo son utilizadas en la investigación científica.

### Tratamiento de parasitosis intestinales

Conocer el agente causante de la diarrea es de gran importancia para su correcto tratamiento y evitar con esto complicaciones a corto y largo plazo. El tratamiento de primera línea de las parasitosis intestinales es el **metronidazol®**, pero por otro lado existen infecciones como las causadas por *Cryptosporidium* spp, a las que no se les ha encontrado un tratamiento efectivo. Sin embargo, otro fármaco como la **nitazoxanida®**, es la opción viable para el control de este parásito. No obstante, no se descarta la búsqueda de nuevos antiparasitarios; una línea de estudio son los **extractos de plantas y productos naturales**, como aquellos que actúan sobre trofozoítos de *Entamoeba histolytica*. Entre los más prometedores está el extracto de cardo santo (*Argemone mexicana*) y de hierba de zorrillo (*Petiveria alliacea*), de los cuales se han obtenido las

moléculas activas para poder mejorar y ampliar los tratamientos.

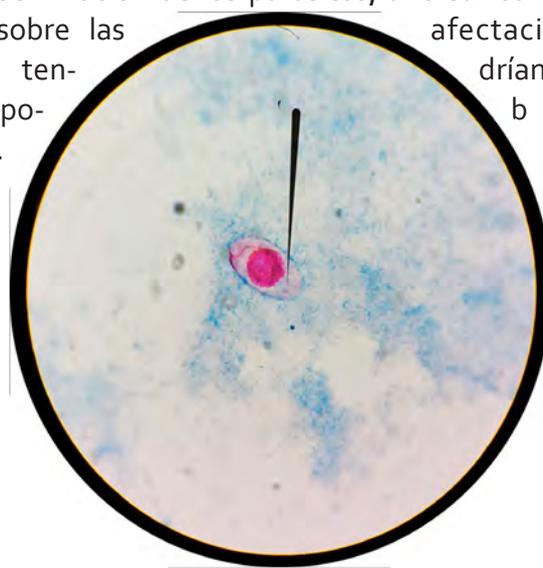
### México frente a las parasitosis intestinales

Los estudios relacionados con infecciones parasitarias gastrointestinales en México son relativamente pocos, los que existen, están dirigidos principalmente a conocer la prevalencia y los factores de riesgo, así como determinar el potencial de nuevos antiparasitarios.

En los últimos años, la prevalencia reportada en México para las parasitosis intestinales es del 2 al 60 %, encontrando principalmente parásitos como *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium* spp, *Entamoeba histolytica/dispar*, *Endolimax nana*, *Entamoeba coli* y *Blastocystis hominis*.

### ¿Qué armas tenemos contra las parasitosis intestinales?

Por ser las parasitosis gastrointestinales de las enfermedades con mayor frecuencia a nivel mundial, resulta fundamental conocer los principales factores de riesgos, síntomas, tratamiento, así como los diagnósticos oportunos con el objeto de tener las armas necesarias para combatirlas adecuadamente. Sin embargo, **prevenir las es crucial** para disminuir la diseminación de los parásitos, al crear conciencia sobre las afectaciones que tendrían en la población.



Ooquiste de *Cystoisospora* spp observado mediante la tinción de Kinyoun en microscopio óptico. Fotografía Hugo Sánchez



García-Cervantes P. C., Báez-Flores M. E., Delgado-Vargas F., Ponce-Macotela M., Nawa Y., de-la-Cruz M. D. C. y Díaz-Camacho S. P. (2017). «Genotipos de *Giardia duodenalis* entre escolares y sus familias y mascotas en zonas urbanas y rurales de Sinaloa». *La revista de infección en países en desarrollo*, 11(2):180-187. <https://jidc.org/index.php/journal/article/view/28248680/1665>

Taylor-Orozco V., López-Fajardo A., Muñoz-Marroquín I., Hurtado-Benítez M. y Ríos-Ramírez K. (2016). «Blasto-

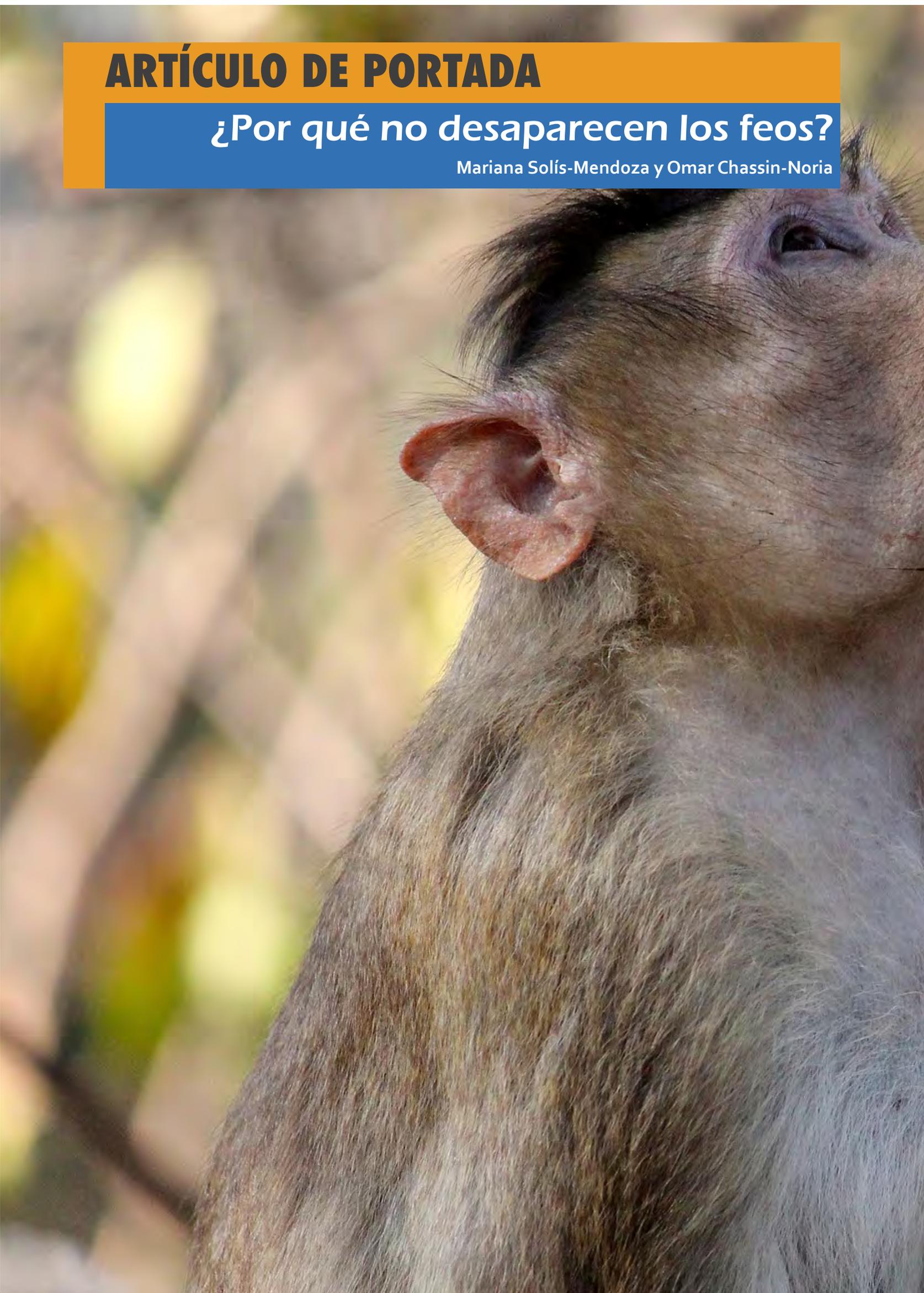
*cystis* sp: evidencias de su rol patógeno». *Revista Biosalud*, 15(2):69-86. <http://www.scielo.org.co/pdf/biosa/v15n2/v15n2a07.pdf>

Quihui-Cota L., Lugo-Flores C. M., Ponce-Martínez J. A. y Morales-Figueroa G. G. (2015). «Criptosporidiosis: una infección desatendida y su asociación con el estado nutricional en escolares en el noroeste de México». *La revista de infección en países en desarrollo*, 9(8):878-883. <https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/24/22>

## ARTÍCULO DE PORTADA

# ¿Por qué no desaparecen los feos?

Mariana Solís-Mendoza y Omar Chassin-Noria





**S**i las hembras, o los machos, cuando son selectivos eligen a los apuestos o guapos, entonces, **¿por qué siguen existiendo «feos»?** La respuesta está, en que los individuos menos agraciados emplean tácticas de apareamiento alternativas como esperar furtivamente, dar regalos nupciales u obligar a las hembras a aparearse con ellos. Para entender este tipo de tácticas, en este artículo exponemos ejemplos del éxito de los machos más agraciados, pero también el de los menos apuestos quienes igualmente tienen lo suyo.

En el mundo animal, al que también pertenecemos nosotros, los machos y las hembras tienen distintos comportamientos a la hora de elegir con quien aparearse ¿Siempre las hembras eligen a los más vistosos, bellos, fuertes o «guapos»?; eso dependerá de la especie animal. Un ejemplo de elección de machos atractivos es el de las aves del paraíso (familia *Paradisaeidae*), en la que los machos hacen grandes despliegues de cortejo con danzas elaboradas que muestran su gran plumaje

y coordinación; mientras que las hembras, menos coloridas, actúan como evaluadoras de los machos que elegirán para tener sexo. Esto significa, que **las hembras elegirán a los machos exitosos**, aquellos que se esfuerzan por parecer más atractivos.

### ¿Por qué pasa esto?

Si a simple vista queremos distinguir el sexo biológico de los animales, te damos algunas pistas. Por lo general, los machos son más grandes, vistosos y coloridos que las hembras y se comportan distinto; sin embargo, existen algunos animales, incluidas algunas mascotas, que no presentan diferencias evidentes que nos permita diferenciarlos fácilmente. Hemos conocido varios casos en los que algún amigo le ha puesto nombre femenino a «su gata», la cual al crecer resulta ser un gato macho, o viceversa. Esta confusión en diferenciar el sexo, ocurre con otros animales y la única característica que nos da certeza para distinguirlos, es el tipo de células reproductivas que producen, es decir, los



Macho de Ave del Paraíso (*Paradisaea apoda*)Lawardy, A. (2018) Bird of Paradise. Licencia bajo Commons Recuperado en <https://n9.cl/by7cd>

gametos. Las hembras producen óvulos que son grandes, inmóviles y ricos en nutrientes, los cuales sirven para el desarrollo del embrión; mientras que los machos producen espermatozoides móviles, diminutos y prácticamente carentes de nutrientes en comparación con un óvulo.

En cuanto a la reproducción, todos los organismos, independientemente del sexo que tengan, buscan obtener el máximo provecho de la inversión que hacen, ya sea energía o tiempo. La primera inversión para reproducirse será producir gametos, y para que la fertilización ocurra, tiene que existir la unión de dos de ellos, usualmente proveniente de cada sexo. En muchos protistas, la reproducción ocurre sin la presencia de machos o hembras, y las células reproductivas que se fusionan son del mismo tamaño. También **existen organismos unisexuales en los que solo existen hembras**, como en algunas lagartijas del género *Cnemidophorus*.

Muchos de los espermatozoides no lograrán fertilizar un óvulo, lo cual no representa una pérdida considerable, ya que los machos cuentan con una gran cantidad de ellos. Para que tengamos una idea, en los humanos, los machos producen por cada eyaculación aproximadamente **250 millones de espermatozoides**, y solo es necesario uno para fertilizar el óvulo, las hembras en cambio, produci-

rán unos **500 óvulos** maduros a lo largo de toda su vida.

Un hijo exitoso es aquel que crece, se reproduce y pasa sus genes a las próximas generaciones. Como los padres aportan la mitad de su material genético para el hijo, ambos se benefician de igual manera si este resulta exitoso, por lo que es lógico suponer que cada uno de ellos invierte el 50 %, pero esto no suele ser así. Cada uno de los sexos busca obtener la máxima ganancia, invirtiendo el mínimo posible y en lugar de cooperar, procura que el otro invierta más que él. Es por eso que las hembras se dan a la tarea de elegir a un buen macho, mientras que estos compiten por mostrarse como el mejor, el más agraciado o al menos aparentarlo, y así obtener todas las cópulas que le sean posible sin ser selectivos.

**Algunos animales invierten más que solo óvulos y espermatozoides**, por ejemplo, cuidan del hijo para incrementar sus probabilidades de supervivencia, de su crecimiento y hasta de su reproducción. Esta conducta requiere mucha energía, tiempo y representa una gran inversión que puede ser realizada por la madre, el padre, ambos a la vez, o incluso, puede no presentarse. Existen casos en que los machos realizan una alta inversión en el cortejo, la competencia con otros machos y/o el cuida-

do parental, llegando a escenarios en los que esta inversión puede ser igual, o incluso, mayor al que realiza la hembra con el óvulo. Cuando esta situación se presenta, es posible observar un cambio en los roles sexuales comunes.

### No siempre los machos atractivos son elegidos

En los peces pertenecientes a la familia Syngnathidae como el caballito de mar, el dragón de mar (*Phyllopteryx taeniolatus*) y el pez pipa (subfamilia Sygnathinae), las hembras transfieren los huevos fertilizados a una **bolsa incubatriz que poseen los machos**, donde los embriones son provistos de oxígeno y alimento. De esa manera las hembras quedan listas para reproducirse ¡y lo hacen!, mientras que los machos tendrán que esperar a la eclosión de sus larvas para posteriormente cuidar de sus hijos en las primeras etapas de la crianza, y solo después de eso, podrán intentar reproducirse nuevamente.

En estos casos, las hembras son más vistosas que los machos, mostrándose más grandes, coloridas y compiten con otras hembras por machos a los que cortejan activamente, es decir, hay una inversión en los roles sexuales usuales. Aquí, la táctica no es elegir al macho más vistoso, sino al que acepte incubar los huevos y cuidar de sus hijos.

### Elegir y ser elegido

Por lo general, **la hembra será quien seleccione a la pareja sexual** y considerará atractivos aquellos machos con un atributo físico deseable o buena salud, ya que los hijos que heredan estas características, serán elegidos a su vez por otras hembras para tener hijos, convirtiéndose en machos exitosos. Los atributos también pueden ser un indicativo de **la condición física de los machos**, como la vistosa y colorida cola del pavo real que los hace bastante visibles a depredadores, el macho no solo tendrá que invertir energía en el plumaje de su cola, sino también tendrá que escapar de posibles depredadores y sobrevivir a causa de esta aparente desventaja.

Por otra parte, elegir a un macho defectuoso podría acarrear serias dificultades para la hembra y sus hijos. Un macho enfermo podría contagiar a la hembra o heredar esta carencia de salud a sus hijos, complicando su supervivencia. Un macho poco atractivo no sería seleccionado por las hembras, lo cual evitará tener descendientes que hereden ese «mal gusto». Esta preferencia por machos poco atractivos o enfermos terminaría por desaparecer.

Entonces, las hembras eligen a los mejores machos. Aunque, si somos atentos y volteamos a nuestro alrededor, observaremos perros, gatos, gallos y humanos

En estos casos, las hembras son más vistosas que los machos, mostrándose más grandes, coloridas y compiten con otras hembras por machos a los que cortejan activamente, es decir, hay una inversión en los roles sexuales usuales. Aquí, la táctica no es elegir al macho más vistoso, sino al que acepte incubar los huevos y cuidar de sus hijos.



Haslam, E. (2009). *Hippocampus abdominalis*, apareamiento. Licencia bajo Commons. Recuperado en <https://cutt.ly/WkZSbX>

**Hembra de caballito de mar transfiriendo los huevos a la bolsa incubatriz del macho**



**Macho y hembra de *T. bifasciatum***

que no son «atractivos». Entonces... **¿Por qué no desaparecen todos aquellos que no son «atractivos»?**

Será porque los machos menos agraciados tienen una estrategia diferente para acceder a cópulas, al presentar comportamientos menos comunes llamados **tácticas alternativas de apareamiento**, con lo cual, en parte, se responde a la pregunta ¿Por qué los «feos» persisten?

#### **Tácticas de apareamiento alternativas: otras formas de obtener sexo**

En algunas especies de animales, como es el caso de un pez llamado *Thalassoma bifasciatum*, existen machos territoriales que suelen cortejar a hembras, que si los eligen, depositan sus huevos en el nido y estos serán fertilizados posteriormente por el pez que ha preparado el sitio. Por otra parte, hay machos más pequeños que no pueden tener un territorio y son similares a las hembras, por lo que **esperan ocultos a que se presente una cópula** y cuando la hembra ha depositado sus huevos, y el macho propietario del nido se encuentra próximo a soltar su esperma para fertilizarlos, el macho furti-

vo se acerca y suelta su esperma, logrando fertilizar algunos de los huevos, y todo ello, sin invertir energía en el cortejo, el cuidado de la progenie y sin el riesgo a la depredación.

Si no hemos tenido la oportunidad de observar a estos peces, es muy probable que si hayamos visto otros machos furtivos: los perros. Cuando una perra se encuentra en celo, es asediada por varios pretendientes, generalmente jóvenes, vigorosos y fuertes; y no en pocas ocasiones algún perro pequeño o feo, pero atento a tácticas de apareamiento alternativas —colarse entre los barrotes o si la perra logra esquivar el encierro—, aprovechará las peleas entre los machos más grandes, para así conseguir aparearse con ella.

Otros machos «poco agraciados» intentan convencer a las hembras **ofreciéndoles regalos nupciales**, los cuales consisten en alimento recolectado por el macho, secreciones salivales, esperma con nutrientes o eyaculados, entre otros. En este intercambio, ambos sexos buscarán salirse con la suya, por ejemplo, en las moscas escorpión (*Panorpa* sp.), las hembras intentan comerse la presa que les ha obsequiado el macho y huir antes de

que pueda copular con ellas, pero si los machos lo logran y las hembras aún no terminan de comer, estos le quitarán la presa y se la comerán ellos.

Pero, hay tácticas alternativas de apareamiento más extremas. Algunos machos interceptan hembras forzándolas a copular. Es real, **¡hay violaciones en el mundo animal!** Sucede en algunos saltamontes, escarabajos, mariposas, libélulas, entre otros. Esto puede representar una gran desventaja para las hembras, al eliminar su posibi-

lidad de elegir al macho con el que se aparean. Sin embargo, la evolución biológica ha generado en las hembras algunas **estrategias para impedir que la cópula forzada se efectúe**, tales como genitales con formas que dificultan o impiden la penetración, o mecanismos de expulsión de gametos.

Reproducirse es toda una batalla en la que tanto machos como hembras emplean, adaptan y adoptan diversas tácticas con tal de conseguir salir victoriosos pasando sus genes a la siguiente generación.

**Mariana Solís Mendoza**, Bióloga por la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), con estudios de maestría en ciencias en CICESE.



Actualmente es estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas Opción

Biología Molecular, en el laboratorio de Análisis Genético del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología (CMEB) de la UMSNH. Desarrolla líneas de investigación de ecología, en particular en ecología de la conducta en peces, actualmente realiza su proyecto de tesis "Sistema de apareamiento en *Abudefduf troschelii* (Pomacentridae) y su relación con las interacciones coespecíficas y factores ambientales".

[marianasolism@gmail.com](mailto:marianasolism@gmail.com)

**Omar Chassin Noria**, Profesor-Investigador de la Facultad de Biología-CMEB, en la UMSNH. Formado como Biólogo, con estudios de posgrado y actualmente interesado en la Biología Evolutiva; combinando el buceo y el análisis de la variación de los ácidos nucleicos, para encontrar nuevos patrones y procesos evolutivos en sentido amplio; con especial interés con la biología reproductiva de vertebrados marinos.



[ochassin@umich.mx](mailto:ochassin@umich.mx)



BBC Mundo. (2017). «El pez mexicano que se cuele en el apareamiento de una pareja para pasar su ADN».

<https://www.bbc.com/mundo/noticias-38931290>

Krebs J.R. y Davies N.B. (1993). «Sexual conflict and sexual selection». En *An introduction to behavioural ecology* [Tercera edición], Blackwell Scientific Publications, London.

Macías-García C. (2002). «¿Es inevitable el conflicto entre los sexos?». ¿Cómo ves? *Revista de Divulgación de la Ciencia*.

<http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/48/es-inevitable-el-conflicto-entre-los-sexos>

# ARTÍCULO

## Las comunidades purépechas: Soberanía alimentaria ante el COVID-19

Gabriela Arias Hernández y José Efrén Morales Jiménez



**M.C. Gabriela Arias Hernández**, Profesora-Investigadora de la Universidad Intercultural Indígena de Michoacán.  
[agroecologia.uiim@gmail.com](mailto:agroecologia.uiim@gmail.com)

**Lic. José Efrén Morales Jiménez**, Egresado de la Universidad Intercultural Indígena de Michoacán.  
[mayfren\\_05@hotmail.com](mailto:mayfren_05@hotmail.com)

*Al principio mis papás estaban espantados porque no podrían ir a Pátzcuaro a vender las ollas, pero me acordé mucho de las clases de agroecología. Les dije: «miren, nosotros no tenemos de qué preocuparnos, nosotros tenemos cerros, parcelas, puercos, gallinas [...] preocupados los de la ciudad, nosotros tenemos frijol, maíz». Hay cosas positivas, maestra: la gente que no sembraba ahora está sembrando porque no sabemos hasta cuándo dure esto. La gente baja nopal del cerro, estamos en la época del pescado, son como conocimientos que ahora nos damos mucha cuenta, andan preparando las tierritas [...] estamos bien, maestra.*

*Rubén Guillén, comunidad de Tzintzuntzan.*

Si algo caracteriza a Michoacán son sus riquezas naturales y las culturas originarias que le dan identidad, particularmente la cultura purépecha, en donde hombres, mujeres, jóvenes e infantes **mantienen vinculada su vida cotidiana con el bosque**. Ese bosque, que además de madera les brinda hongos comestibles, plantas medicinales como el nurite y el toronjil, la leña —indispensable para el 90 % de los hogares—, la resina, entre muchos recursos más. No obstante, lo que más destaca es la identidad, ya que aún persisten los códigos de vida compartidos entre el bosque templado de pino-encino y la población local, un proceso difícil en el que siguen bailando una danza, en ocasiones de placer y en otras de guerra y destrucción, pero sobre todo, cuando la madera se vuelve la única

posibilidad de obtener dinero relativamente fácil y rápido.

Hoy en día continúan con la recolecta cotidiana de catorce tipos de recursos forestales no maderables (RFNM) en la comunidad de San Francisco Pichátaro: leña, resina, hongos comestibles, plantas medicinales, frutos silvestres comestibles —tejocote y capulín—, tierra de monte, panales, fauna silvestre, arbustos, hoja de pino, manantiales, musgos —de piedra, de suelo y de corteza de árboles—, raíz —pajonal— y maguey. De estos, son aprovechados con mayor frecuencia la leña, la resina, los hongos comestibles y las plantas medicinales.

Las comunidades de la **Meseta Purépecha también han aportado al mundo la domesticación de quince razas de maíz**, destacando la raza Mushito de Michoacán, un conjunto de poblaciones de maíz de las regiones serranas.

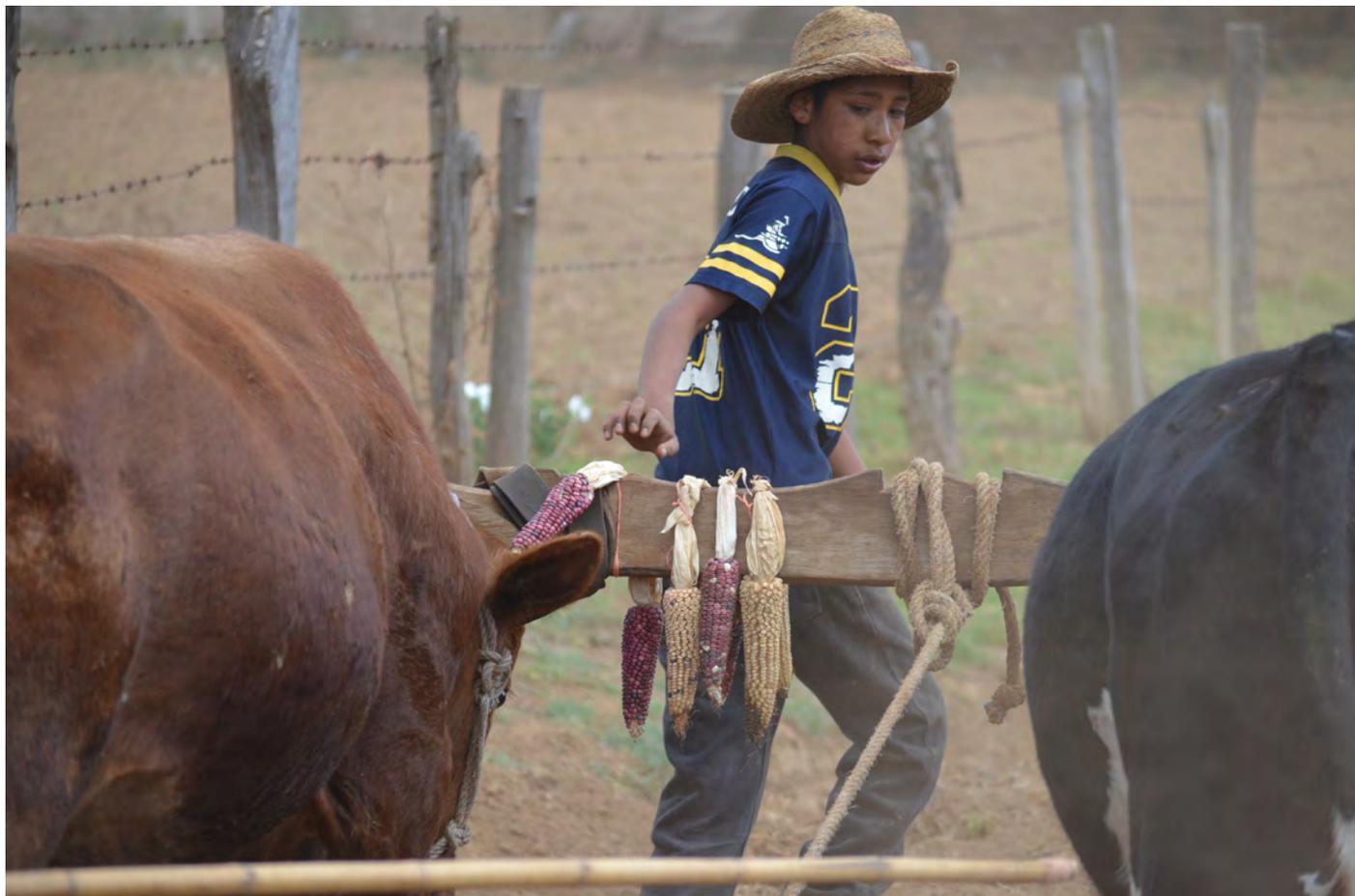
Los valiosos maíces locales —amarillo, rojo, blanco y azul—, comparten el espacio de la parcela —dos hectáreas por familia en promedio— con el haba, la calabaza, el frijol y con esas plantas no invitadas que resuelven la alimentación en los meses de lluvias: los quelites o *uits'akuat'irekuecha* —'plantas tiernas que se comen'—.

En la meseta Purépecha existen al menos siete especies de quelite: el quelite cenizo (*Cheopodium berlandieri*), el quintonil (*Amaranthus hybridus*), la mostaza (*Brassica campestris*), el berro (*Porophyllum ruderale*), la lengua de vaca (*Rumex obtusifolius*) y el rabanillo (*Raphanus raphanistrum*), de los cuales las personas tienen un amplio conocimiento de sus aspectos biológico y ecológico, como lo comenta en su tesis María de la Luz Santos, egresada de la Universidad Intercultural Indígena de Michoacán.

La relación de las comunidades humanas con estas plantas



San Isidro Labrador, 15 de mayo. San Francisco Pichátaro, Michoacán. Fotografía: Gabriela Arias.



Joven en la fiesta de San Isidro Labrador, 15 de mayo. San Francisco Pichátaro, Michoacán. Fotografía: Gabriela Arias.

implica tolerancia (dejándolas crecer y no aplicando agrotóxicos para su eliminación), fomento y protección en las zonas de cultivo. Sin embargo, a la par de esta realidad, en la actualidad y derivado de una política agrícola nacional e internacional desastrosa e inequitativa, existe en la región un fenómeno que llamamos *neocolonización agrícola*, proceso que despoja a las familias y comunidades de la decisión de *qué, cómo y cuándo* sembrar, particularmente con la incursión de empresarios agrícolas que rentan la tierra local para la siembra de frutillas, aguacate o papa con base en el modelo de agricultura industrial.

### Enfrentando al COVID-19

Ante ello, y con el impacto de la pandemia actual ocasionada por COVID-19, es visible que nuevamente las comunidades generan, como en la época de la colonia, procesos de resiliencia socioecológica, entendida como *la capacidad de amortiguar el cambio, aprender y desarrollarse*.

La resiliencia ante procesos de contingencia está sustentada en diversas estrategias, tales como:

- **Resguardar la semilla** que representa la información genética que ha cambiado con el tiempo guiada por las manos que la siembran.
- **Resguardar y transmitir el conocimiento** práctico y abstracto de las estrategias de uso del suelo, los estiércoles y las diversas formas de trabajo en la parcela, el traspatio y el bosque.
- **Las articulaciones sociales y económicas** que no dependen del recurso monetario como el truque, el mano-vuelta (acción de reciprocidad en el trabajo de la parcela) y la participación comunitaria en la resolución de conflictos.

Así, hemos encontrado que para sobreponerse a situaciones que colocan en una condición de vulnerabilidad a las comunidades, ya sea la colonización, la neo colonización agrícola o el COVID-19, hay dos elementos determinantes: la cultura vivencial de la alimentación y la memoria del paladar. Ambas, en esencia, son la transmisión del conocimiento que sigue vigente en los niños y las niñas, quienes inician el acompañamiento a las parcelas

desde que nacen; a los cinco años se acercan torpemente a las actividades; y, a los siete participan de forma más activa y acompañan a la recolecta de resina, leña y hongos, dan agua a los animales y los pastorean.

A partir de los quince años pueden tomar algunas decisiones sobre la parcela, distinguen la época de siembra, la distribución de los maíces por colores; siempre predomina el blanco, pues se usa para las tortillas y es el más vendido, pero el rojo (llamado localmente *guarote*), es el que se usa para el pozole y tienen siempre un espacio, muchas veces en el traspatio de forma más cercana a la familia.

Todo ello no sería posible sin la **vida comunitaria**, esa que se disfruta en las fiestas, que se acompaña en el mano-vuelta o en el funeral, y **que regula las re-**



**laciones**

**sociales.** Ahora con los «*consejos comunitarios*», hay una ferviente reflexión sobre el quehacer de la producción agrícola, han recuperado tierras con movilización política como es el caso de la comunidad de Santo Tomás, enclavada en los once pueblos, con una población de dos mil habitantes, quienes en 2019 lograron expulsar a la empresa Agrícola Superior, dedicada a las frutillas con procesos de producción industrial, explotando sus recursos como el agua y la tierra, pero también a los seres humanos —jornaleros sin derechos sociales y con alto uso de agrotóxicos sin protección—.

Los comuneros poco a poco regresan a recuperar sus parcelas, han sembrado nuevamente su maíz,

su calabaza, pues en tiempos de COVID-19, el cerro, el bosque, la parcela y el traspatio son la respuesta.



Arias G. (2020). «El desencuentro entre la papa y el maíz». Investigación en Ciencia y Humanidades. Cienhum. <https://cienhum.chapingo.edu.mx/author/gabriela-arias-hernandez-y-cindy-morales-maximo/>

CONABIO. (2020). «Grupo cónico. Razas de las partes altas del centro de México». <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas/grupo-conico>

DelValle Isla, A. E. (2014). «Al mal tiempo, buena resiliencia». Ciencias, 4:11(111-112). <https://www.revistacienciasunam.com/es/161-revistas/revista-cien->

[ciencias-111-112/1395-al-mal-tiempo,-buena-resiliencia.html](https://www.revistacienciasunam.com/es/161-revistas/revista-ciencias-111-112/1395-al-mal-tiempo,-buena-resiliencia.html)

Quiroz F. (2015). Valoración comunitaria sobre los recursos forestales no maderables (RFNM), en la comunidad de San Francisco Pichátaro, Michoacán. Tesis de Licenciatura. Universidad Intercultural Indígena de Michoacán. Michoacán, México. NO TIENE ENLACE

Santos M. L. (2014). Etnoecología, etnobotánica y aspectos ecológicos de plantas útiles de la comunidad Purépecha San Juan Carapan, Michoacán. Tesis de Licenciatura. Universidad Intercultural Indígena de Michoacán. Michoacán, México.

# ARTÍCULO

## ¿Qué comer? Alimentación con pertinencia biocultural ante la crisis por COVID-19

Josefina Cendejas Guízar y Militza Wulschner Montes



Fotografía: Josefina Cendejas Guízar.

**Dra. Josefina Cendejas Guízar**, Profesora-Investigadora de tiempo completo del Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[josecend@gmail.com](mailto:josecend@gmail.com)

**Militza Wulschner Montes**, Estudiante del Programa de Doctorado en Economía Social Solidaria en la Facultad de Economía de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[militza.montes@umich.mx](mailto:militza.montes@umich.mx)

### La obesidad y la salud en México

**H**ace algunos años, la sociedad mexicana se sorprendió al saber que, según datos de organismos internacionales como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), México ocupa el **primer lugar mundial en obesidad infantil** y el **segundo lugar en obesidad adulta**, solo después de los Estados Unidos. Era el inicio del siglo XXI y en muchos países habían comenzado a encenderse las alarmas sobre el tema, pues la epidemia de obesidad se extendía rápidamente por todo el orbe.

En el Reino Unido, por ejemplo, Jaime Oliver, un chef reconocido por su interés en causas socia-

les, hizo una serie de televisión en la que recorría escuelas primarias verificando la dieta ofrecida a la hora del almuerzo. Resultó que los menús escolares estaban compuestos básicamente de comida rápida. Fuera de una pequeña manzana o un plátano ocasionalmente, las frutas y los vegetales frescos estaban ausentes. Al tratar de descubrir las causas de tal dieta desastrosa, el chef encontró contratos millonarios del gobierno con empresas proveedoras y una carencia total de habilidades culinarias en el personal de los comedores escolares.

Pocos años después, en México, profesionales de la salud y organizaciones de la sociedad civil comenzaron una **lucha contra la venta de golosinas y bebidas azucaradas en las escuelas**, y para regular su publicidad en televisión, particularmente en horarios infantiles. Era imposible ignorar el efecto que estaba teniendo en los menores el sobreconsumo de alimentos procesados, el primero de ellos la obesidad, y como consecuencia, la diabetes infantil y juvenil.

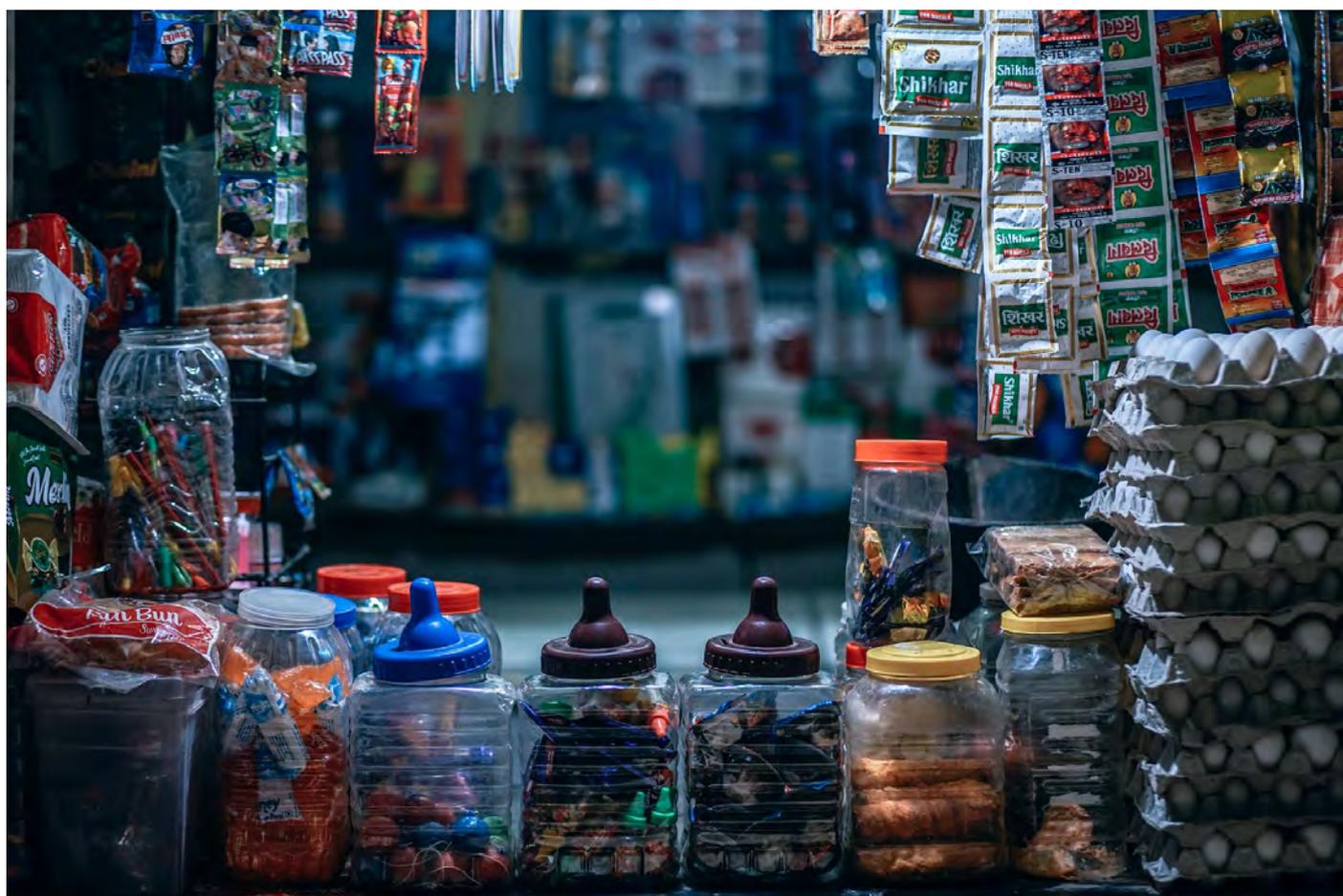
Hubo avances, pero como en el Reino Unido, parecía difícil y riesgoso enfrentarse a los intereses económicos detrás de ese fenómeno. Para defenderse de regulaciones contrarias a sus intereses, la industria mantenía gran control sobre tomadores

de decisiones en el Congreso, en los medios de comunicación y hasta en el sector salud. Por ello, hasta ahora, muy pocas personas sabían que la tercera parte de las defunciones en México están vinculadas a la mala alimentación.

### La pandemia por Covid-19 puso al descubierto la gravedad del problema

La alta tasa de mortalidad de jóvenes y adultos en nuestro país se ha vinculado, según estadísticas oficiales, a tres comorbilidades principales: hipertensión, diabetes mellitus y obesidad, en ese orden. Peor aún, en el caso del personal de salud —enfermeras y médicos principalmente— que han perdido la vida por COVID-19, el orden se invierte, ya que la principal comorbilidad ha sido la obesidad, seguida de diabetes y de hipertensión. Al parecer, pese a sus conocimientos sobre medicina y cuidado de la salud, el personal hospitalario es más vulnerable a la epidemia de obesidad. Si ellos no han podido «hacer lo correcto» respecto a su propia alimentación, ¿por qué se esperaría que el resto lo hiciéramos?

Si se pregunta a cualquier ciudadano por la principal causa de la obesidad en México, la respuesta podría ser alguna de estas: «la gente es floja,





Fotografía: Josefina Cendejas Guízar y L.F. Asencio Sierra.

no hace ejercicio», «los papás son irresponsables», «las mujeres ya no cocinan». Muy pocos responderán que **el acceso a alimentos frescos y de calidad se ha vuelto difícil para familias de bajos ingresos**. Así, es más barato comprar un kilo de salchichas que un kilo de carne, o una bolsa de frituras que una manzana. Por otra parte, la publicidad de los productos industrializados es abrumadora, y proliferan las tiendas de conveniencia donde se ofertan. Se calcula que en el país hay más de un millón y medio de establecimientos de cierta franquicia conocida, en los que se expenden principalmente dichos productos.

La entrada en vigor del nuevo etiquetado frontal ha causado polémica, así como las iniciativas de ley que buscan regular la venta de comida *chatarra*. El argumento principal es que «la gente es libre» de comer lo que quiera; pero oculta que esa libertad está condicionada a los intereses de la industria y las cadenas comerciales, privilegiando las ganancias sobre la salud pública. A eso se le llama **violencia alimentaria**. Entre sus manifestaciones

está la «colonización del paladar» por hábitos alimenticios ajenos a nuestras tradiciones culinarias, y el que gran parte de la población urbana vive, estudia o trabaja en medio de «desiertos alimentarios» donde al menos en 1 km de distancia no pueden adquirirse alimentos frescos o recién preparados.

### ¿Es posible una alimentación con pertinencia biocultural?

Las culturas alimentarias son las representaciones de creencias, conocimientos y de prácticas heredadas y/o aprendidas, asociadas con la alimentación y constituyen parte de la identidad de un grupo social dentro de una cultura, ya que incorporan las historias y significados de quienes consumen los alimentos y su relación directa con el territorio de donde se obtienen.

Cada vez más, **en México se come por mera necesidad de saciarse**, de recuperar energías con lo que hay a la mano. La erosión de las culturas alimentarias regionales que hemos sufrido en 40 años, por el cambio de hábitos alimenticios, ha traído

consigo enfermedades, altos costos para el sistema de salud, e incluso, acortamiento de la esperanza de vida. El «rescate» de las tradiciones culinarias, como los reconocimientos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO por sus siglas en inglés) a la cocina mexicana, ha calado poco, más allá de ciertos sectores aficionados a la gastronomía «gourmet».

Los mexicanos hemos dejado de consumir alimentos como frijol, frutas y verduras en más de un 40 %, siendo, irónicamente, grandes productores de hortalizas y frutas para exportación.

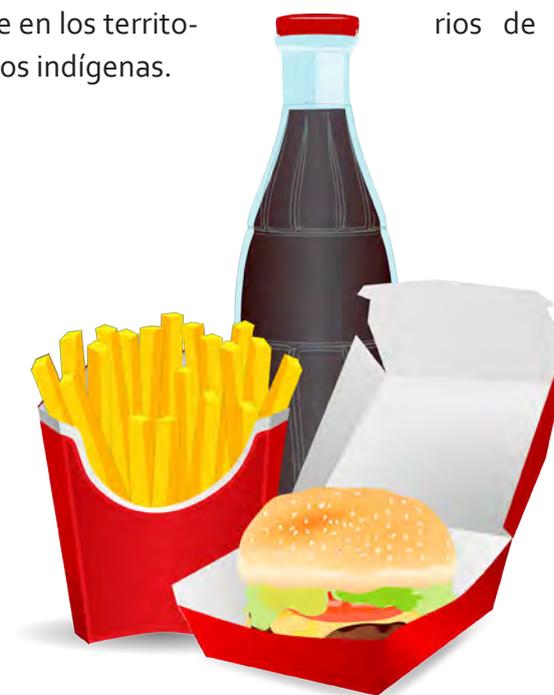
Es necesario y urgente **reconectar las prácticas agroalimentarias** con la gran biodiversidad del territorio mexicano y **con los conocimientos ancestrales** que han permitido la conservación de miles de especies vegetales y animales, ya que ello puede traducirse en múltiples beneficios: a) la revalorización (social, cultural y pecuniaria) del trabajo de comunidades campesinas e indígenas; b) la protección de ecosistemas y especies en riesgo; c) la recuperación de tradiciones culinarias ligadas al patrimonio biocultural; y, d) la reconstrucción del vínculo entre alimentación, nutrición, salud e identidad.

Una alimentación con pertinencia biocultural habrá de basarse en el reconocimiento de la agrobiodiversidad que subyace a las ricas variantes regionales de la cocina mexicana, en términos de la cotidianidad y no solamente de platillos emblemáticos. Para que esto sea viable, deben generarse los escenarios que permitan producir los ingredientes en buenas condiciones, tanto ecológicas como económicas y sociales.

El patrimonio biocultural constituye una **clave para garantizar una alimentación variada**, con todos los nutrientes necesarios, los sabores, aro-

mas y texturas que nos devuelvan las señas identitarias perdidas. Hace falta un gran movimiento socio-ecológico y cultural que reconozca los saberes y las prácticas de quienes han co-evolucionado con la agrobiodiversidad que nos alimentó durante milenios y que hemos estado a punto de perder. Para dimensionar esa riqueza valgan como palabras finales las del recuento del ecólogo Eckart Boege (2008: 21):

La Comisión Nacional de Biodiversidad (CONABIO) consigna entre 3 500 a 4 000 especies de plantas medicinales utilizadas regularmente por la población mexicana. Los pueblos indígenas utilizan de 5 000 a 7 000 especies de plantas en diversas actividades culturales. El sistema alimentario de los pueblos indígenas se basa en la extraordinaria cantidad de 1 000 a 1 500 especies con sus variantes, mientras que el sistema alimentario mundial se centra en 15 especies. De las especies principales 15.4 por ciento del sistema alimentario mundial provienen de las plantas domesticadas en Mesoamérica y cuyo germoplasma (original) se encuentran principalmente en los territorios de los pueblos indígenas.



Boege, E. (2008). El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. México, INAH-CDI.  
[https://idegeo.centrogeo.org.mx/uploaded/documents/El\\_patrimonio\\_biocultural-Eckart\\_Boege.pdf](https://idegeo.centrogeo.org.mx/uploaded/documents/El_patrimonio_biocultural-Eckart_Boege.pdf)

FAO (2020). El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo.

<http://www.fao.org/3/ca5162es/ca5162es.pdf>

Partidero, Periodismo de diez. (2020). La alimentación culturalmente apropiada tiene un fuerte impacto en la nutrición del país: Suárez Carrera.

<https://partidero.com/la-alimentacion-culturalmente-apropiada-tiene-un-fuerte-impacto-en-la-nutricion-del-pais-suarez-carrera/>

# ARTÍCULO

## Regresando a lo local: Un efecto del confinamiento por COVID-19

Norma Helen Juárez y Pedro Figueroa Bautista



Doralía, productora de maíz en Unión de Tula mostrando sus productos artesanales. Fotografía: N. Helen Juárez.

**Dra. Norma Helen Juárez**, Profesor Investigador, Centro de Investigación en Territorio y Ruralidad del Centro Universitario del Sur, Universidad de Guadalajara.

[helen.juarez@cusur.udg.mx](mailto:helen.juarez@cusur.udg.mx)

**Mtro. Pedro Figueroa Bautista**, Profesor Investigador, Centro Universitario de la Costa Sur

[pfigueroa@cucsur.udg.mx](mailto:pfigueroa@cucsur.udg.mx)

Las medidas de confinamiento tomadas en nuestro país a finales de marzo de 2020 por la llegada del SARS CoV-2 a Jalisco, cambiaron nuestra cotidianeidad de forma radical. En este sentido, en el presente artículo te contamos sobre la forma en que pequeños agricultores que están produciendo alimentos sin agroquímicos, vivieron y enfrentaron las medidas de aislamiento social. Para ello, charlamos con algunos productores y productoras del Sur y Costa Sur de Jalisco, quienes nos compartieron sus experiencias.

### Grupo «Color de la Tierra»

Color de la Tierra es el nombre que utiliza un grupo de mujeres y hombres indígenas de Cuzalapa, Municipio de Cuautitlán, Jalisco. El grupo produce, transforma y comercializa **café, un cultivo**

que la comunidad asocia a sus antepasados y a su memoria. Con el inicio de la pandemia, la situación cotidiana no cambió, pues «La Casona» —lugar donde procesan y comercializan su café y otros productos—, se mantuvo abierta, por lo tanto, las ventas continuaron. Fue a partir de abril, previo a la semana santa —época en que hay mayor flujo de visitantes—, que decidieron cerrar el local para evitar el contagio de las mujeres del grupo con mayor riesgo por sus enfermedades o su edad.

Al cerrar su espacio de comercialización, se encontraron con que sus clientes seguían buscando sus productos, así que una vecina que cuenta con una tiendita de ropa de manta bordada por ella misma, se ofreció a ayudar con la venta de su café. Por otra parte, siguieron atendiendo pedidos de clientes foráneos. Los miembros del grupo más jóvenes y sanos fueron quienes sacaron adelante los pedidos para que las mujeres mayores no se arriesgaran.

¿Qué pasó con los miembros del grupo durante este tiempo en el que los ingresos y el trabajo disminuyeron? «No fue tan malo cerrar», menciona una de las mujeres, «tuve tiempo para visitar a mi familia». Mientras que la persona que se dedica al tostado del café mencionó: «yo venía, tostaba el café y me iba, tuve mucho tiempo para hacer otras

cosas que antes no me daba tiempo». Otras comentaron que le echaron más ganas a sus huertos de traspatio. Así mismo, **retomaron remedios tradicionales para enfrentar los contagios y disminuir los síntomas adversos.** Una de ellas nos comentaba: «la peste inicio en el pueblo de al lado y se vino a Cu زالapa, muchos se enfermaron, pero la mayoría salieron bien, yo me contagié, ni supe cómo, pero en mi familia salimos bien».

#### Grupo «Esperanza de Vida»

Esperanza de Vida es un grupo constituido por mujeres formado desde 1991 en la localidad de Tapalpa, dedicadas a la **producción de tinturas homeopáticas y pasta de trigo artesanal.** Tapalpa es considerado «Pueblo Mágico» por su belleza arquitectónica y sus increíbles paisajes boscosos. La economía de este poblado depende en buena medida del turismo, razón por la cual, para el grupo Esperanza de Vida, así como para otros pequeños productores y artesanos del municipio, el cierre de sus espacios de comercialización y el cese de la entrada de turismo, representó una importante disminución en su economía. Para el grupo, esta fue una oportunidad de **retomar su huerta**, uno de los proyectos que por falta de tiempo no se había concretado anteriormente. Según nos comentan, al no



Marina del Grupo Color de la Tierra, mostrando a una visitante como se seca el café.  
Fotografía: N. Helen Juárez.



Tianguis de productores en Tapalpa. Fotografía: N. Helen Juárez.

tener que dedicar tiempo a la producción y comercialización de sus productos, han podido destinar mayor tiempo y esfuerzo para la producción de alimentos.

Dedicarse a trabajar más en su huerto, les ha traído varias cosechas de hortalizas que consideran les han ayudado a mitigar los efectos de la falta de ingreso económico. El trueque y la colaboración entre miembros del grupo, son prácticas que se realizaron con mayor frecuencia. Por otra parte, han notado que, además de los turistas, los consumidores locales han buscado más los productos que se comercializan en el tianguis solidario, una iniciativa donde participa el grupo Esperanza de Vida, pero que además, está integrada por productores locales que ofrecen sus productos artesanales cada sábado por la mañana en la zona centro.

### Productores de melón en la Ciénega

La Ciénega forma parte del Municipio de El Limón, donde hace más de dos décadas a partir del mes de diciembre y finales de mayo se siembra melón. Este año la cosecha de este cultivo coincidió con la declaración mundial de la pandemia y la implementación de las medidas de confinamiento. En marzo, los productores tenían la inquietud de

que durante la cosecha se cerraran los mercados locales y del Estado; sin embargo, Octavio comenta: «iniciamos la cosecha vendiendo todo y a muy buen precio, pero una semana después para inicio del mes de abril nos habló el comprador, dijo que no cosecháramos melón porque había tenido problemas para venderlo, nos comentó que en los municipios en donde comercializaba el melón no lo habían dejado vender por las calles, con el argumento de que se le amontonaba la gente». Este hecho obligó a los productores a la **búsqueda de distintas opciones para la comercialización**, ya que el melón es un fruto que requiere ser cosechado a diario.

La solución fue dejar una parte del melón en casa y avisar a la gente del pueblo, y otra, ofrecerla en las tiendas del municipio. La sorpresa fue que, todo el melón se vendió en los siguientes días. Mientras la producción seguía en aumento, se estuvo realizando el mismo proceso, además, se recurrió a clientes que en años anteriores habían comercializado el melón en la región, quienes aceptaron con gusto. Otro de los productores comentó: «resultó muy favorable, teníamos años que no nos iba tan bien», en clara referencia a la situación económica. Pero dice: «no hay mal que por bien no venga, nos dimos cuenta que la venta en lo local deja un

mejor precio para nosotros y también para el consumidor».

### Una familia emprendedora

Unión de Tula es uno de los municipios de Jalisco reconocido por su amplia tradición en la producción maicera y forrajera. Aquí se encuentra una de las familias pioneras en la implementación de técnicas para dejar de utilizar agroquímicos, así como en la siembra y transformación del maíz, el cual desde hace años es comercializado como tostadas, así mismo, produce galletas de cereales y gorditas de maíz. «Durante la contingencia nos

mantuvimos de la venta local de nuestros productos» comenta Doralía, ya que, mientras las tiendas de sus clientes en Guadaluajara estaban cerradas, frente

te a la dificultad de enviar su producto, continuó la venta en las tiendas cercanas donde distribuye sus tostadas. Aunque las ventas bajaron fuera del municipio, comentan que, pese a la contingencia, «siempre se vendía algo con los clientes locales».

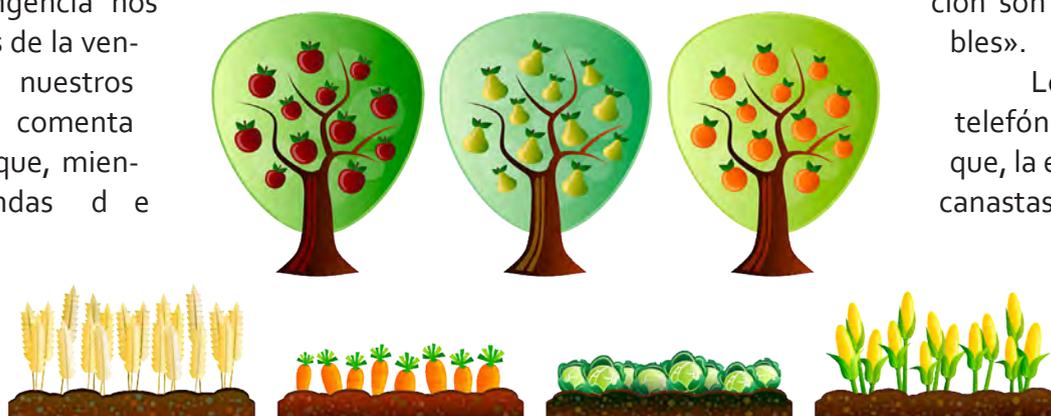
### Regresando a lo local como alternativa para la comercialización

La situación de contingencia permitió que diversas iniciativas de producción de pequeña esca-

la, revalorizaran a los **consumidores locales como una alternativa para una comercialización**. Como señaló uno de los productores: «estábamos mal acostumbrados, la pandemia nos hizo reaccionar, nos movimos a buscar en dónde vender o perdíamos todo». La venta en la localidad permitió que los productores se percataran de que no es necesario mandar toda su cosecha fuera y a bajo costo. En una situación de emergencia, se puede ganar bien, comercializando directamente a los vecinos y en la localidad en donde, con sorpresa, encuentran que sus productos son cada vez más valorados, ya que, por su forma de producción son «más saludables».

Los pedidos vía telefónica, el trueque, la elaboración de canastas, las compras a domicilio, el apoyo de otras personas para promover sus pro-

ductos, e incluso, la posibilidad de incursionar en el mundo de las ventas por internet, son horizontes que ya no se ven tan lejanos. La vida tiene sentido y esperanza para estas iniciativas después de años de ser incomprendidos por implementar una forma de producción alternativa a la producción con agroquímicos. **La pandemia ha permitido que la calidad de sus productos sea revalorada** gracias a una creciente preocupación por mantener una buena alimentación en zonas rurales.



Figuroa P., Gerritsen P., Villalvazo V. y Cruz G. (2005). «Articulando la sostenibilidad ecológica, económica y social: el caso del cacahuate orgánico». *Economía, Sociedad y Territorio*, 19:477-497. <https://est.cmq.edu.mx/index.php/est/article/view/291/296>

Juárez N. H. (2019). «Reconfiguración agroecológica en Jalisco: Estrategias para reactivar la soberanía alimentaria y las economías locales». *Brazilian Journal of Development*, 6:107-6121.

<https://doi.org/10.34117/bjdv5n6-121>  
 Juárez N. H. y Housni F. (2018). «La tierra lo está agradeciendo. Una familia pionera en el proceso de reconfiguración agroecológica del cultivo de caña en el valle de Autlán». *Cambio Socio Territorial y Desarrollo Local*. Tuxtla Gutiérrez, Colofón, pp. 147-170.

Letra Fría. (2020). «Los campesinos no se pueden "quedar en casa" (Reportaje). <https://letrafria.com/los-campesinos-no-se-pueden-quedar-en-casa-especiallf/>

# ARTÍCULO

## Humanizando a tu mascota ¿perro o perrhijo?

Rangel García Jiménez y José Herrera Camacho



### Mascota y relación humana: beneficios

**D**e acuerdo a la Real Academia Española (RAE), una mascota es persona, animal o cosa que sirve de talismán, que trae buena suerte y/o animal de compañía. La interacción de estos últimos con los humanos, data de los años 900 antes de nuestra era, desde que se hicieron las primeras domesticaciones de los animales salvajes, con la finalidad de ayudar y salvaguardar a sus dueños en diversas actividades. Desde entonces, tienen una función importante en la sociedad humana, y sin duda, **el animal que más destaca en las actividades de muchos humanos es el perro (*Canis lupus familiaris*).**

Las teorías que describen el acercamiento entre estas dos especies, perro y humano, afirman

**Rangel García Jiménez**, estudiante del Programa institucional de Maestría en Ciencias Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[rangarcia.j@gmail.com](mailto:rangarcia.j@gmail.com)

**José Herrera Camacho**, Profesor Investigador del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[jose.camacho@umich.mx](mailto:jose.camacho@umich.mx)



que la domesticación del perro nace de una coexistencia inicial entre el hombre primitivo y los lobos, ya que por un lado, los lobos aprovechaban los restos de comida de los cazadores, y por otro, los humanos se beneficiaban de la protección y defensa frente a otros depredadores. Así nació esta relación de beneficio mutuo, lo cual condujo a la domesticación y convivencia del perro con el humano hasta llegar a la era actual, donde cumplen diversas funciones que se han adaptado a la necesidad humana: cuidar rebaños, ayudar en la cacería, guardianes en nuestras viviendas, realizar tareas de rescate y otras actividades policiales, e incluso, como guía de personas invidentes (lazarillo). Muchos sabemos de los diversos actos heroicos de estos animales, un ejemplo de ello sucedió tras algunos desastres naturales en Haití, Guatemala, Ecuador y México, donde resaltó el trinomio canino Frida, Eco y Evil, quienes auxiliaron a elementos del ejército y marina en la búsqueda y rescate.

Por otra parte, como animales de compañía son excelentes acompañantes en rutinas físicas de caminatas y ejercicios en general, que además de ayudar a tener una vida sana y libre de estrés, es una forma de controlar su naturaleza activa, evitan-

do comportamientos que a menudo se confunden con berrinches de niño. A cambio, lo mejor que se puede hacer por ellos, es ser dueños responsables, brindándoles un techo, comida, cuidados veterinarios, espacio para liberar energía, y debido a que **conservan el instinto gregario**, requieren una figura de liderazgo que de cierta manera los controle.

#### De mascota a terapeuta

Científicos de la Universidad de Antioquia, en Colombia, señalaron que las mascotas tienen una influencia positiva en la salud y bienestar de los seres humanos en aspectos como el psicológico, fisiológico, terapéutico y psicosocial. La función como facilitadores en la terapia asistida motivacional y física de numerosas enfermedades, ha permitido que los efectos benéficos de la tenencia de animales sean empleados en el ámbito terapéutico. Adicionalmente, la compañía de mascotas se ha reconocido como un factor protector contra enfermedades de tipo cardiovasculares y como reductor del estrés en sus propietarios: son un soporte psicológico, reducen la sensación de soledad y permiten la interacción de sus propietarios con el medio social que los circunda.

Estas relaciones humano-animal implican algunos riesgos zoonóticos que es necesario minimizar, en especial en personas inmunocomprometidas; es aquí donde el médico veterinario debe cumplir una importante función en la asesoría para la tenencia responsable de las mascotas. Así mismo, es esencial que el propietario conozca cuáles son las obligaciones legales de la tenencia de una mascota.

### ¿La humanización de los perros es maltrato animal?

Para abordar el tema de bienestar animal, hagamos referencia al proverbio «todo en exceso hace daño», es decir, en el intento de dar una buena vida a un perro, se llega a cometer el error de humanizarlos, sin tener en cuenta que al intentar que ellos aprendan o adquieran hábitos humanos, es una violación a las libertades y al concepto de bienestar animal definida por el Organismo Internacional de Sanidad Animal (OIE). De hecho, el conocido y experto en cánidos Cesar Millán, en una publicación titulada «Tratar a un perro como un ser humano también es maltrato animal», menciona que **el exceso de cariño se ha transformado actualmente en maltrato animal**, al cambiar la función de una mascota, privándolas de ser libremente perros o gatos, haciéndolas que pierdan su identidad, que se sientan frustrados, ansiosos e inseguros.

La OIE define el concepto de bienestar animal como «el estado físico y mental de un animal en relación con las condiciones en las que vive y muere», es un concepto que incluye tres elementos: el correcto funcionamiento del organismo, el estado emocional del animal y la posibilidad de expresar algunas conductas normales propias de la especie. Es por ello que este concepto está ampliamente ligado a las conocidas mundialmente como las cinco libertades para describir el derecho al bienestar que tienen los animales que se encuentran bajo el control del ser humano.

Partiendo de estas cinco libertades, queda por entendido que un animal se encuentra en bienestar cuando está sano, cómodo, bien alimentado, sin sufrir dolor alguno y puede manifestar comportamiento innato. Dentro de las libertades o necesidades de bienestar animal mencionadas anteriormente, hay tres que son importantes para los fines de este escrito:

- *Libre de incomodidades físicas o térmicas.*
- *Libre para expresar las pautas propias de comportamiento.*
- *Libre de miedos y angustias.*
- 

Que generalmente se evaden cuando se humaniza a los animales, principalmente a los perros. Uno de los ejemplos más claros es cuando los llaman «perrhijo, canhijo, bebé, etc.»

## Las cinco libertades para describir el derecho al bienestar que tienen los animales



- Libre de hambre, sed y desnutrición
- Libre de miedos y angustias
- Libre de incomodidades físicas y térmicas
- Libre de dolor, lesiones o enfermedades
- Libre para expresar las pautas propias de comportamiento

### ¿Qué es un perrhijo?

Debido a que la palabra es nueva y resultado de un modismo actual, no tiene una definición avalada por la RAE; no obstante, a grandes rasgos como es evidente, nace de la fusión de palabras que describen a dos especies con funciones diferentes: perro e hijo, y con las cuales definen la compañía de un perro y la idea de no querer concebir hijos. Los motivos que desencadenaron esta tendencia son aún desconocidos, pero puede ser debido a que es más económico humanizar a un perro tratándolo como hijo, a tener uno propio de la misma especie.

Es así como actualmente el **modelo familiar de padres e hijos, ya no se compone de individuos de la misma especie**, y lo que parecía inimaginable hace algún tiempo, pasa a ser un nuevo esquema de familia hoy en día. Es básicamente un modelo en el que «los padres» o una persona soltera, tiende a la adopción de una mascota que pasa a ser la atención central de la familia (antropomorfismo), tratándola de la misma manera en la que los padres naturalmente biológicos, tratan a sus «verdaderos hijos», con la excepción de que no hay embarazos y se ahorran la molestia que implica cuidar a un recién nacido.

Esta tendencia está fuertemente desarrollada no solo en el país, sino que ha alcanzado una escala mundial. Aunque las causas son desconocidas o poco estudiadas, esta relación se debe principalmente a la influencia de las redes sociales como imposición de moda, a la vez que están ligadas a personalidades introvertidas o personas con problemas de relación social. La causa no es estrictamente por una de las razones anteriores, ya que pueden existir otros factores, pero sin importar cuál sea, este nuevo modelo de integración familiar es claro que **no es adecuado ni sano para ambas partes**.

Tampoco nos quedemos con la idea de que se menosprecia el cariño y el apego que se le puede brindar a un perro, un gato o cualquier otra mascota, ya que cualquier persona puede ser muy apegado a su compañero de juego, trabajo, etc. Sin duda, las mascotas, pero principalmente los perros, son excelentes y fieles acompañantes que nos hacen pasar momentos felices, y es seguro que ellos también lo son con sus dueños cuando se les brinda una buena alimentación, cuidados adecuados para mantenerlos saludables, un buen lugar y trato para que vivan libres de miedo, incluso, que sean libres de mostrar su verdadero comportamiento animal.





### ¿Cómo afecta el modelo de perrhijo al bienestar de las mascotas?

Ahora bien, ya que conocemos los términos de perrhijo y el nuevo modelo familiar, así como el bienestar y las cinco libertades, es tiempo de esclarecer la razón por la cual muchos profesionales del área no comparten la idea de integrar el concepto de perro e hijo. La razón es porque consideran que **tanto mascotas como dueños poseen necesidades de relación e integración social muy diferentes**. Es por ello que humanizarlos es una agresión, al exigirles conductas ajenas a su especie; no tiene caso alguno integrar a perros y gatos a ideas y modos de vida que no comprenden, y que hasta cierto punto, resultan estresantes para ellos.

Uno de los ejemplos más claros del apego excesivo sucede cuando hay una separación del perro y el dueño, es decir, cuando no está el dueño y la mascota tiende a sufrir ansiedad por separación, dando como resultado acciones como la destrucción de objetos, orinar y defecar dentro de la casa, o ladrar más de lo común. El error es pensar que este comportamiento se debe a un acto de venganza por haberlo dejado solo, por lo que se compensa con cariños más allá de lo normal, dándoles mayor

cantidad de comida y libertades excesivas, que solo empeora la situación predisponiendo al condicionamiento operante, en la que el individuo aprende a mantener o eliminar conductas en función de las consecuencias que estas representan para el perro o la mascota. Por ello, **es de suma importancia el establecimiento de límites** para evitar situaciones similares a las descritas, como un viejo y conocido dicho menciona «no te metas en camisa de once varas».

### Las fiestas de mascotas

De los actos que más sobresalen en las redes sociales como Facebook e Instagram, son las fiestas de cumpleaños de sus perrhijos, actividad propia de nosotros que tiene como finalidad convivir con amigos y fortalecer lazos emocionales. No obstante, inmiscuir a los perros en dicha actividad no es sano y no hay razón lógica para ello, aunque puede ser entendible que muchos lo hacen con el deseo de brindarles una buena vida, pero resulta egoísta pensar que una relación incongruente de perrhijo, sea la mejor manera de vivir. Finalmente, sean perros, gatos o cualquier animal de compañía, tienen necesidades y formas muy diferentes de relación

con su entorno, por lo tanto, merecen desarrollar sus necesidades instintivas, y por su naturaleza necesitan a un líder, reglas, disciplina, ejercicio, y por último, afecto. **Ser un dueño responsable, implica cumplir sin exageración las necesidades de la mascota**, ya que esta no aspira a las mismas comodidades humanas para alcanzar el bienestar.

Con la finalidad de concientizar el hecho de que humanizar a las mascotas es también una forma de maltrato animal, respondamos a las siguientes preguntas:

- ¿Un perro o gato necesita ir de compras?
- ¿Una mascota se preocupa por su fiesta de cumpleaños?

- ¿Es necesario llevar a la mascota a una guardería mientras estás en el trabajo?
- ¿Tendrá miedo una mascota de sufrir «bulling» si no está vestida a la moda?
- ¿Una mascota entenderá que es un «influencer» en las redes sociales?

Las respuestas son obvias, son libres de ser como la naturaleza los ha moldeado, es ella la que les dotó de tener o no pelaje para resistir el frío y otras condiciones climáticas, muchas veces son los dueños los que se proyectan en el perro y le crean necesidades que no tiene.



OIE (2016). Bienestar animal. 4 Conferencia mundial de la OIE sobre bienestar animal. <http://www.oie.int/es/bienestar-animal/temas-principales/>

Duran-Mena, C. (2018). «Los "perrhijos", realidad en auge y expansión». *Forbes México*. <https://www.forbes.com.mx/los-perrhijos-realidad-en-auge-y-expansion/>

Dunner, S. y Cañón, J. (2014). «Origen y Diversidad de la especie Canina». *Revista Veterinaria Profesional de Animales de Compañía*, 130:18-26. [https://www.ucm.es/data/cont/docs/345-2018-07-10-Origen\\_y\\_diversidad\\_de\\_la\\_especie\\_canina.pdf](https://www.ucm.es/data/cont/docs/345-2018-07-10-Origen_y_diversidad_de_la_especie_canina.pdf)

## ARTÍCULO

## Mi perro, ¿podría tener cáncer?

Salvador Padilla Arellanes y Joel Edmundo López Meza



**M.C. Salvador Padilla Arellanes**, Médico Veterinario Zootecnista. Actualmente estudiante en el Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, Opción Químico Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[salvador25@hotmail.com](mailto:salvador25@hotmail.com)

**D.C. Joel Edmundo López Meza**, Profesor e Investigador del Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[elmeza@umich.mx](mailto:elmeza@umich.mx)

**E**l cáncer es una de las principales causas de muerte en los seres humanos, después de las enfermedades cardiovasculares, mientras que **en los perros y gatos constituye la principal causa de muerte**. Esta enfermedad también es común en los animales de granja como las vacas, cerdos y aves de corral, incluso, existe evidencia de ella en los dinosaurios.

Entre las mascotas, los perros y los gatos pueden desarrollar algún tipo de cáncer como las neoplasias (benignas y malignas), que se presentan en cualquier órgano del cuerpo con diferente comportamiento y signología clínica. El avance de la ciencia en los últimos años ha permitido desarrollar mejores métodos de diagnóstico de esta enfermedad, tanto en los seres humanos como en los animales, por lo que las mascotas hoy en día tienen

una mejor oportunidad de ser tratadas con éxito. En un momento inesperado de la vida de nuestro perro, podría ser diagnosticado con cáncer y de eso precisamente te hablamos en este artículo.

### **El cáncer afecta animales domésticos y silvestres**

Se ha documentado que cualquier animal, silvestre o doméstico, puede desarrollar algún tipo de cáncer. Por ejemplo, en el demonio de Tasmania se ha demostrado que lo afecta un tipo de cáncer que se puede pasar de un animal a otro a través de la mordida. Interesantemente, se ha descubierto que los dinosaurios también presentaban cáncer, ya que, en un estudio realizado en 2003, donde investigadores escanearon por medio de fluoroscopia y tomografía computarizadas, más de diez mil vértebras de dinosaurios en la búsqueda de tumores, encontrando alrededor del 3 % de estos en los dinosaurios con picos (*Cretaceous hadrosaurs*), pero no en otras especies.

En cuanto a los animales domésticos, particularmente las mascotas como perros y gatos, pero también en hurones, hámster, erizos e incluso peces, se puede desarrollar cáncer. **Existen más de cien tipos de cáncer en las mascotas**, los tipos más comunes son los de la piel. Muchas de estas neoplasias malignas se presentan en animales adultos o viejos, pero son más comunes en los perros.

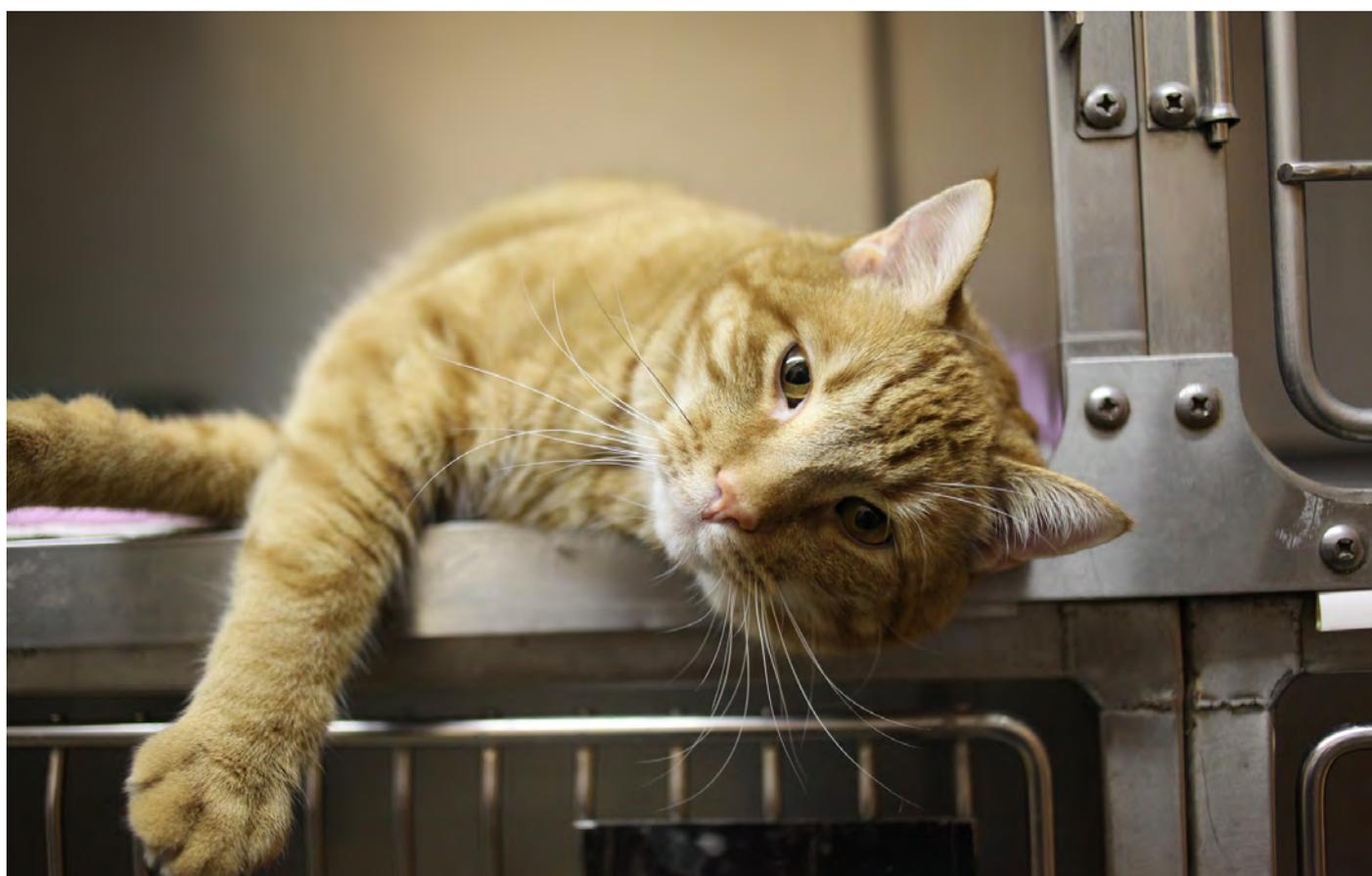
### **¿Por qué mi perro puede desarrollar cáncer?**

Se sabe que aproximadamente uno de cada cuatro perros, en algún momento de su vida tendrá tumores, y casi la mitad de los perros mayores de diez años desarrollarán cáncer. Los perros contraen el cáncer aproximadamente con la misma frecuencia que los humanos, mientras que hay menos información sobre la frecuencia de cáncer en los gatos.

Existen muchas **similitudes en la presentación del cáncer en los seres humanos y en animales** domésticos como los perros. Se ha visto que el cáncer de hueso es más frecuente en el perro (osteosarcoma), y también es el más común en los adolescentes; los tumores de la glándula mamaria tienden a diseminarse a los huesos con la misma frecuencia, tanto en mujeres como en perras; y, el cáncer de próstata solo se presenta en hombres y perros.

### **¿Qué es una neoplasia o cáncer?**

El crecimiento anormal e incontrolado de células o tejidos en el cuerpo se llama neoplasia o tumor, que puede ser benigno o maligno. Las neoplasias benignas tienden a crecer lentamente y no desplazan a los tejidos corporales que la rodean, además de que no se extienden por todo el cuerpo; mientras que las neoplasias malignas, determina-





En el laboratorio se pueden observar al microscopio las células cancerosas del perro. Fotografía: Padilla-Arellanes S.

das como cáncer, pueden ser impredecibles y crecer a diversos ritmos (a veces rápidamente).

Hay muchos tipos de cáncer como se mencionó anteriormente, y estos pueden comportarse de manera muy diferente. Algunos tienen la habilidad de diseminarse a otros sitios del cuerpo, incluso a sitios muy distantes del tumor original. Esto sucede debido a que las células cancerosas entran a los vasos sanguíneos o linfáticos y pueden ser transportadas a otros órganos, fenómeno conocido como metástasis.

### ¿Cómo darnos cuenta si nuestro perro tiene alguna neoplasia o cáncer?

Al igual que en los seres humanos, los perros pueden desarrollar neoplasias en diferentes partes del cuerpo. **Los signos clínicos son muy similares a los presentes en los seres humanos**, y dependerán del tipo de cáncer. Sin embargo, muchos de estos signos se pueden observar en otras condiciones de enfermedad que no sea cáncer, por lo que es recomendable la atención inmediata del médico veterinario para determinar la causa.

### Diagnóstico de cáncer en las mascotas, principalmente en el perro

Lo primero que se debe hacer es visitar al médico veterinario de cabecera, quien realizará una re-

visión minuciosa y completa a la mascota. Además, para poder determinar la extensión de la enfermedad, el médico veterinario puede solicitar varios estudios, los cuales incluyen pruebas de sangre, orina y excremento como primera instancia o pruebas de gabinete; posteriormente podrá realizar estudios de rayos X o ultrasonido.

En la mayoría de las neoplasias, la **citología con aguja delgada** (extracción de las células neoplásicas por medio de una jeringa para analizarlas por microscopía), es una herramienta muy útil para diagnosticar el tipo de neoplasia; sin embargo, para muchas neoplasias será necesario realizar una **biopsia** (extracción de un fragmento del tejido sospechoso) para determinar específicamente si es benigna o maligna.

Otros estudios que pueden ser solicitados incluyen: endoscopías, radiografías con medios de contraste, tomografías computarizadas y resonancias magnéticas, además de aspirados con jeringa de los nódulos linfáticos y la médula ósea, con el objeto de determinar si el cáncer se ha diseminado a otros sitios.

Con los resultados de estos estudios, el médico veterinario podrá determinar el tipo y extensión de la neoplasia que presenta la mascota, y con ello, establecer las opciones de tratamiento más adecuadas o remitir a la mascota con un médico

veterinario más especializado en cáncer (oncólogo veterinario).

### Tratamientos para el cáncer en perros

Existen varios tipos de tratamientos que serán similares para otras mascotas, el más utilizado en la actualidad es la **cirugía**, pero también existen muchos protocolos de quimioterapia (medicamentos específicos para el cáncer). Otra opción de tratamiento es la **radioterapia**; sin embargo, esta solo se encuentra disponible en algunos hospitales veterinarios muy especializados y es muy costosa. Actualmente se está investigando con la **inmunoterapia** (células de las defensas del cuerpo específicas contra el cáncer y otras enfermedades), con resultados prometedores. Cabe recalcar que dependiendo del tipo de cáncer y la magnitud de la enfermedad, se pueden utilizar dos o más tipos de terapia en la misma mascota.

Es importante mencionar que algunos tipos de neoplasia se pueden curar de manera definitiva, mientras que en otras, solo se puede controlar su rápida propagación a otras partes del cuerpo, lo que ayuda a prolongar la vida y comodidad de la mascota, pero todo depende de la etapa en que se encuentra la enfermedad y del tipo de cáncer. Sin embargo, es importante considerar la eutanasia (muerte asistida con medicamentos de manera ética) cuando la mascota tiene un cáncer en etapa avanzada, y en la que ningún tratamiento será exitoso; también cuando los costos son muy elevados y la familia no los puede pagar; y, el más importante, cuando la mascota esté sufriendo y teniendo una calidad de vida muy pobre.

### ¿Se puede prevenir el cáncer en las mascotas?

En la actualidad se conoce poco sobre el origen de la mayoría de las neoplasias en los animales, por lo que la prevención puede ser difícil. En los perros existen razas con mayor predisposición a presentar cáncer como el bóxer y el cobrador dorado (Golden retriever), por lo que es importante que, al adquirir una mascota, se pregunte al médico veterinario sobre este riesgo.

Es posible reducir el riesgo de presentación del cáncer solo en ciertas circunstancias, por ejemplo, la **esterilización temprana**, es decir, antes de que



cum -  
pla una  
perra un  
año de  
edad, dis-

minuye el riesgo de presentar cáncer en glándula mamaria y ovario. En el caso de los perros machos, la esterilización temprana también disminuirá la presentación de cáncer testicular y prostático.

También existen estudios que relacionan los **hábitos alimenticios o el medio ambiente** donde se desarrolla la mascota, por ejemplo, en hogares donde las mascotas están en contacto prolongado con humo de tabaco, estas tienen mayor riesgo de desarrollar cáncer.



Emory University (2020). «Cáncer en animales domesticados», en *Cancer Quest*. Emory Winship Cancer Institute.  
<https://www.cancerquest.org/es/biologia-del-cancer/cancer-en-animales-domesticados>

FDA (2020). «Mi perro tiene cáncer; ¿qué necesito saber?», en *U.S. Food & Drug Administration (FDA)*.

<https://www.fda.gov/consumers/articulos-en-espanol/mi-perro-tiene-cancer-que-necesito-saber>

Veterinary Cancer Society (s/a). «Cáncer en animales». Asociación Americana de Médicos Veterinarios.  
[https://ebusiness.avma.org/files/productdownloads/cancer\\_brochure\\_sp.pdf](https://ebusiness.avma.org/files/productdownloads/cancer_brochure_sp.pdf)

## ARTÍCULO

## Las mujeres y la montaña rusa

Nayda Luz Bravo Hernández



¿Yo, de mal humor? ¡Para nada!

**E**n días pasados estuve navegando en las redes sociales y me encontré con unas imágenes entretenidas con frases cortas, a las cuales les llamamos memes, en los que el mensaje central trata de cuando nosotras las mujeres nos encontramos de mal humor, en apariencia, sin ningún motivo.

Las descripciones gráficas que vi fueron muy variadas y divertidas, ya que unas son caricaturas con mujeres con tubos y un molinillo entre las manos, con cara de pocos amigos. Habían otras en las que hacen la clásica pregunta: «¿Estás enojada mi

**M.C. Nayda Luz Bravo Hernández.** Técnico Académico del laboratorio de nutrición vegetal en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[nayda.bravo@gmail.com](mailto:nayda.bravo@gmail.com)

amor? Y ella contesta, ¡no mi amor!, pero en ese mismo momento, la chica se voltea y dirige la mirada al susodicho con ojos de depredador lista para devorarlo».

También encontré otras imágenes divertidas donde hacen comparaciones del «mal humor» de nosotras las mujeres con animales salvajes. «Por ejemplo, un lobo le pregunta a su compañera ¿Te pasa algo corazón?, y la lobita solo le pela los dientes ¡literal!, como respuesta al atemorizado lobo».

Revisando los diferentes memes en referencia a nuestro estado de ánimo, vez tras vez, se transmitía el mismo mensaje: «a las mujeres hay que hablarlas con pincitas porque no sabes de qué humor nos vas a encontrar».

### ¿Por qué este humor que nos cargamos?

Me gustaría que, tanto hombres como mujeres, veamos este comportamiento femenino desde un punto de vista más serio, para saber las razones por las que, nosotras, de pronto estamos muy ri-

sueñas y cantando, pero a los pocos segundos somos un huracán de lágrimas; y en otros momentos, no nos pueden decir ni mi alma, porque nos desatamos en un enojo incontenible e inexplicable, incluso para nosotras mismas. Así que los invito a que indagemos qué es lo que nos está pasando.

Estos cambios de ánimo, o más bien de nuestras emociones, están ligados a un cierto periodo denominado «**periodo premenstrual**», que como su nombre lo indica, ocurre justo antes de la menstruación. En este período se presentan una serie de signos y síntomas que se les denomina Síndrome Premenstrual (**SPM**), pero cuando los síntomas son más intensos, se le llama Trastorno Disfórico Premenstrual (**TDPM**).

Y no es que a las mujeres nos suceda lo que al hombre lobo en luna llena, que nos ponemos peludas, nos crecen las garras, los colmillos y nos da ansia de comer carne humana, ¡no, para nada! Pero si tenemos, de vez en cuando, pequeños cambios y no precisamente en periodos de luna llena.





### ¿Qué cambios son los más comunes?

Los signos y síntomas premenstruales leves se presentan entre el 60 y el 85 % de la población, y cuando estos llegan a interferir en algún aspecto de la vida diaria, pueden ser considerados como SPM, del cual se han llegado a describir más de 100 síntomas y se presentan entre el 20 y el 40 % de las mujeres; aparecen desde unos pocos días hasta 2 semanas previas a la menstruación. Sin embargo, el TDPM en su forma severa y cuyas manifestaciones primordiales son psicológicas, es de intensidad lo suficientemente fuerte como para ocasionar un impacto negativo sustancial en aspectos sociales, ocupacionales y personales.

**En general, estos cambios afectan la calidad de vida en la etapa reproductiva de la mujer,** ya que pueden llegar a incapacitar, e inclusive, hasta requerir tratamiento de tipo farmacológico, sea hormonal o medicamentos para disminuir la ansiedad y las molestias que se presentan. Este subtipo del SPM afecta de un 3 a un 8 % de la población, aunque se ha llegado a sospechar que este porcentaje puede ser mayor, hasta de un 20 %.

Dentro de los síntomas que se presentan, incluyen la tristeza, irritabilidad, furia, cambios de ánimo, depresión, tensión/ansiedad, retiro social, baja concentración, distensión abdominal, dolor mamario y fatiga, insomnio, aumento de siestas, cambio en el deseo sexual, solo por mencionar algunos.

### Lo importante de un diagnóstico y tomar un tratamiento

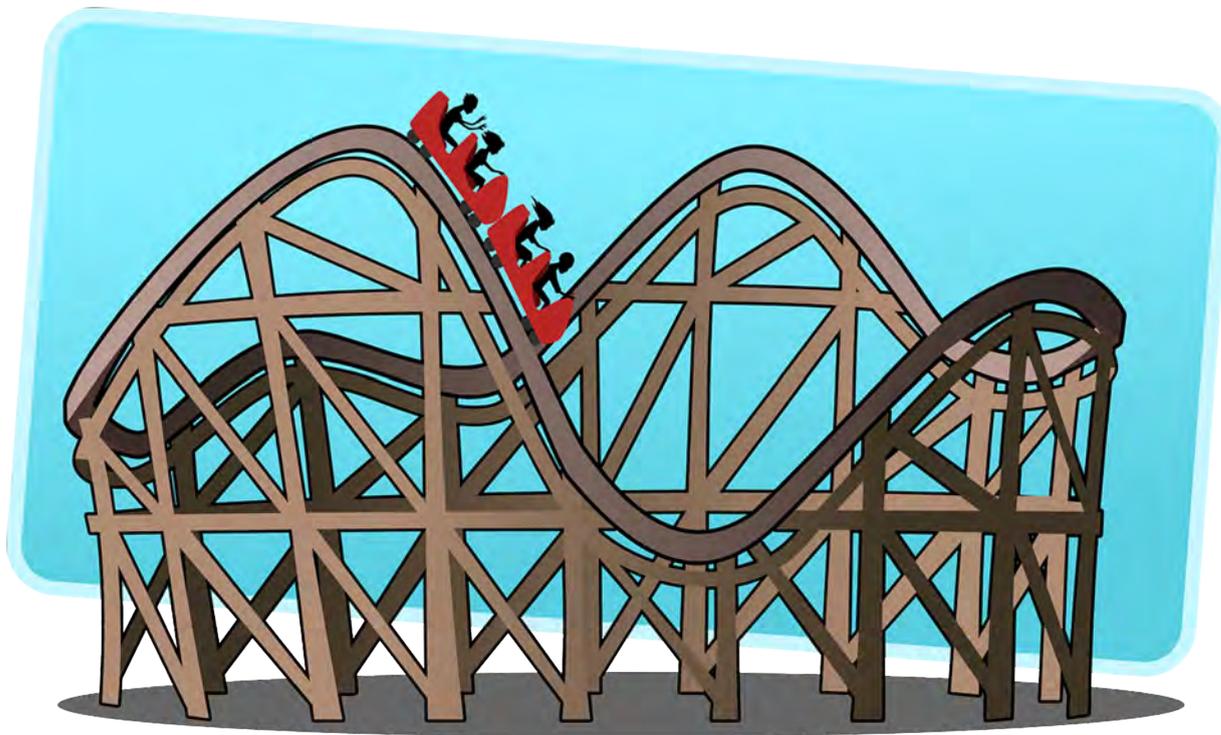
Estas alteraciones (SPM/TDPM) son poco diagnosticadas debido a que casi no acudimos a consultas clínicas durante la etapa de la adolescencia, sino hasta llegar a la edad adulta o cuando los síntomas se tornan más severos. **Es importante acudir a un profesional para tener un diagnóstico a tiempo** y la posibilidad de llevar un tratamiento médico de acuerdo a las necesidades de cada mujer.

Además de utilizar tratamientos farmacológicos para favorecer la disminución de los signos y síntomas del SPM/TDPM, se sugiere cambiar la dieta, disminuir el consumo de cafeína, de azúcares re-

finados, aumentar el consumo de suplementos alimenticios para mejorar los niveles de vitaminas como la E, B6, B12 y de minerales como el calcio, magnesio y zinc, que ayudan a la producción de serotonina. También, se puede llevar una terapia psicológica y la práctica de ejercicio como apoyo.

### ¿Por qué en la montaña rusa?

Ahora ya saben, si nos ven alteradas no se preocupen, más bien ténganos un poco de paciencia, y



si nos preguntan ¿Te pasa algo cariño? y respondemos ¡no me pasa nada!, acompañada con una mirada retadora, recuerden que todo se debe al Síndrome Premenstrual, o incluso, al Trastorno Disfórico Premenstrual, que está haciendo otra vez de las suyas.

Estas alteraciones emocionales de repente nos llevan hasta la cima de la montaña, como la de la montaña rusa, pero así de pronto estaremos abajo, retornando a ser esas chicas dulces y tiernas que han conocido siempre. **No hay nada de que temer, solo hay algo que atender.**



Besio C., Martínez V. y Montero A. (2012). «Síndrome premenstrual y trastorno disfórico premenstrual en la adolescencia». *Rev. Chil. Psiquiatr. Neurol. Infanc. Adolesc.*, 23(3):163-169.  
<https://docplayer.es/10699422-Sindrome-premenstrual-y-trastorno-disforico-premenstrual.html>

Flores-Ramos, M. (2011). «Los trastornos mentales relacionados a la edad reproductiva de la mujer: Una nueva propuesta en el campo de la salud mental». *Gac. Med. Mex.*, 147:33-37.

<https://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2011/gm111e.pdf>

León-García M. (2015). «Serotonina, ciclo menstrual y síndrome premenstrual». *Medicina Naturista*, 9(2):103-108.  
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5171319.pdf>

Zanin L., Páez A., Correa C. y De Bortoli M. (2011). «Ciclo menstrual: sintomatología y regularidad del estilo de vida diario». *Fundam. en Humanidades*, 12:103-123.  
<https://www.redalyc.org/pdf/184/18426920004.pdf>

## ARTÍCULO

## La toxicología: Esencial en el desarrollo farmacéutico

Grecia Elena Hurtado Nuñez y Martha Estrella García Pérez



**QFB. Grecia Elena Hurtado Nuñez**, Estudiante del Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas, Área de Biotecnología Alimentaria en la Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[gress.qfb@gmail.com](mailto:gress.qfb@gmail.com)

**D.C. Martha Estrella García Pérez**, Profesora investigadora del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[margarc@live.ca](mailto:margarc@live.ca)

## La toxicología desde la antigüedad

Desde la antigüedad, el humano ante su necesidad de alimentarse experimentó efectos tóxicos con el uso de ciertas plantas, animales y minerales, que lo llevó a generar un conocimiento empírico relacionado con las sustancias venenosas. De acuerdo con las evidencias históricas, **se utilizaron sustancias tóxicas desde el Paleolítico**, donde se reporta el uso de venenos como arma para la caza, en la guerra, en la medicina o en el envenenamiento intencionado, lo que dio lugar al surgimiento del término toxicología.

Durante la edad de Bronce, se utilizaba el fruto de la adormidera (*Papaver somniferum*) para impregnar los extremos de las flechas, además de

venenos de araña, serpiente y otros animales, los que han sido descritos en el papiro de Hearst. En el libro de los Vedas y en la Biblia (1500 años antes de nuestra era), se citan ejemplos de eméticos y la fórmula de un antídoto: «Moisés da instrucciones en la Biblia, sobre cómo proceder con los utensilios de cobre donde se cocinaba, para evitar posibles intoxicaciones por el acetato de cobre».

En el Papiro de Ebers escrito 1500 años antes de nuestra era, se presenta información de forma explícita sobre el **carácter venenoso de plantas** como *Papaver somniferum*, *Aconitum napellus*, *Hyoscyamus niger*, *Helleborus argutifolius*, *Conium maculatum*, *Cannabis indicus* y de **metales tóxicos** como el plomo, arsénico, antimonio y cobre. Además, también contenía instrucciones para la preparación de sustancias para provocar abortos.

**¿Qué es toxicología y por qué es esencial para el desarrollo de medicamentos?**

Hoy día, la toxicología va más allá del estudio de los venenos y es considerada una **herramienta**

**esencial para el desarrollo de medicamentos.**

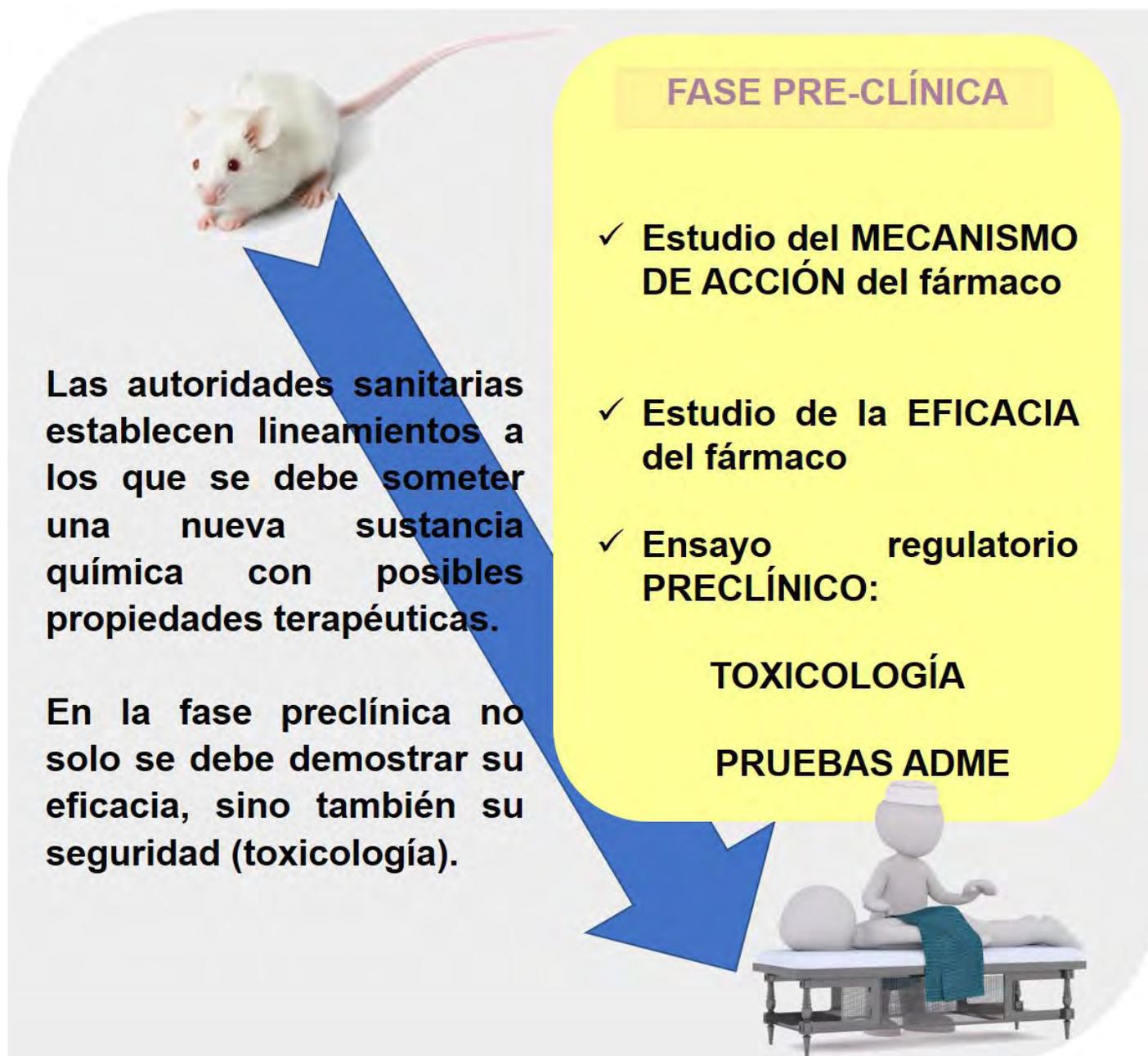
Después del desastre de la talidomida®, un fármaco desarrollado por Química Grünenthal, que ocasionó el nacimiento de niños con amelia (ausencia de toda extremidad), focomelia (pérdida o acortamiento grave de los elementos proximales) y ausencia/hipoplasia del pulgar o de los dedos, la evaluación toxicológica de nuevos candidatos terapéuticos se convirtió en una etapa ineludible del desarrollo farmacéutico.

La toxicología, como su nombre lo indica, **estudia diversos aspectos relacionados con la acción tóxica de un fármaco**, desde la evaluación de la absorción, distribución, biotransformación y excreción del candidato terapéutico y de sus metabolitos (toxicocinética), hasta las interacciones moleculares sobre dianas o los blancos toxicológicos (toxicodinámica), que pueden conducir a respuestas adaptativas, de tolerancia, reparación y daño parcial o total.

La evaluación toxicológica de los nuevos fármacos se realiza en animales (fase preclínica) y



**Papiro de Ebers:** hacía alusión a tratamientos empíricos para mordeduras por cocodrilo, extracción de astillas, tratamiento de heridas, así como extirpar tumores de la piel (1550 años antes de nuestra era).



**Las autoridades sanitarias establecen lineamientos a los que se debe someter una nueva sustancia química con posibles propiedades terapéuticas.**

**En la fase preclínica no solo se debe demostrar su eficacia, sino también su seguridad (toxicología).**

**FASE PRE-CLÍNICA**

- ✓ Estudio del **MECANISMO DE ACCIÓN** del fármaco
- ✓ Estudio de la **EFICACIA** del fármaco
- ✓ Ensayo regulatorio **PRECLÍNICO:**

**TOXICOLOGÍA**

**PRUEBAS ADME**

en seres humanos (fase clínica). A nivel preclínico pueden realizarse las siguientes pruebas: toxicidad aguda (efectos de dosis únicas); subaguda y crónica (efectos de dosis múltiples durante tiempos prolongados); efectos sobre el comportamiento reproductivo (conducta de apareamiento, reproducción, preñez, parto, descendencia, teratogénesis y defectos congénitos); potencial carcinogénico, mutagénico y otras.

Para ello, se considera la determinación de índices toxicológicos como la NOAEL (dosis sin efecto adverso observable), la LOAEL (menor dosis que produce un efecto adverso), y la DL<sub>50</sub> que representa la dosis que provoca la muerte al 50 % de los individuos en experimentación. Estas pruebas son aplicadas sobre animales para el conocimiento de las dosis efectivas y letales que ayudan a determinar el margen terapéutico, definido como la relación entre la dosis del fármaco que produce el

efecto terapéutico y la que provoca el efecto tóxico. Los estudios toxicológicos preclínicos permiten realizar análisis rigurosos de eficacia y seguridad del nuevo candidato, antes de su uso en seres humanos (*Saber Más*, 9(50):57-59). Además, se realizan las pruebas ADME, que evalúan la absorción, la distribución, el metabolismo (biotransformación) y la eliminación de los fármacos en los procesos de la farmacocinética.

**Durante la fase I de investigación clínica**, realizada en sujetos sanos o en algunos casos en pacientes, se sigue estudiando la seguridad del medicamento y se decide la pauta de administración para ensayos posteriores. Durante las **fases II y III**, **se recaban evidencias** de la eficacia y se responden preguntas cruciales sobre la seguridad del fármaco y su utilidad terapéutica a través de un monitoreo exhaustivo de los pacientes. Durante la **fase IV o de post-comercialización**, se llevan a cabo estudios



La primera organización internacional que manifestó los criterios de armonización en ensayos realizados con animales, fue la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, por sus siglas en Inglés) en 1982, adoptados por todos los países que constituyen esta organización.

de farmacovigilancia, incluyendo la detección de eventos adversos y estudios de morbilidad y mortalidad. Así, aunque el fármaco esté en el mercado, su evaluación toxicológica no cesa, sino que este monitoreo continúa para garantizar la seguridad de los pacientes.

### Impacto de la bioética en los estudios toxicológicos

Como ya se explicó, la toxicología preclínica regulatoria requiere el uso de animales de experimentación. **La bioética animal surge como consecuencia de reconocer los derechos de estos.** Es así como los comités de bioética en varios países del mundo, han promulgado normas y reglamentaciones que conducen a la coordinación y supervisión de los procedimientos dirigidos al cuidado y manejo de los animales sometidos a experimentación toxicológica.

Con la introducción de los nuevos métodos toxicológicos alternativos, han surgido recientes variantes para la estimación y evaluación de las características tóxicas de una sustancia, mediante métodos alternativos que siguen el principio de las tres R: **reducción, refinamiento y reemplazo**. La primera se refiere a la reducción del número de animales empleados en cada ensayo, mientras que la segunda está relacionada con refinar procedimientos existentes para disminuir el sufrimiento de los animales. En el reemplazo, se propone la utilización de modelos in vitro, en especial cultivo de células, protozoarios, bacterias y modelos computacionales en lugar de animales de experimentación.

El empleo de animales de experimentación debe estar respaldado por un protocolo de ensayo, que se confecciona cumpliendo las Normas Internacionales y Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL)

no clínicas y los protocolos específicos del estudio. En México, la Norma Oficial Mexicana 062 (NOM-062-ZOO-1999) establece las especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio.

### La toxicología moderna

En la actualidad, la toxicología ha desplegado una **variedad de subdisciplinas** como la toxicología clínica, la forense, la alimentaria, la industrial y la ambiental, que se preocupan por la protección de la salud pública a través de una mejor comprensión de los efectos nocivos de las sustancias que nos rodean cotidianamente, lo cual es necesario para mantener el bienestar humano y ambiental de las futuras generaciones.

La investigación toxicológica se ha desarrollado rápidamente para dar cabida a los especialistas en el estudio de fenómenos tóxicos en distintos niveles de organización biológica. Así, es posible determinar cómo las sustancias nocivas atacan macromoléculas como el ADN o las proteínas, para formar especies anormales que son promotores de respuestas patológicas. Estos nuevos avances **proporcionan una base sólida para el progreso venidero** en el sector de la investigación científica farmacológica.

Las distintas fases utilizadas en el estudio toxicológico de un fármaco o de una vacuna, son necesarias para evitar casos de toxicidad por medicamento, como el que ocurrió con la talidomida®. Es por eso, que resaltamos la importancia del tiempo, de los animales de laboratorio, pacientes, equipo y recursos humanos, que se requieren para realizar la toxicología de un agente terapéutico y lo esencial que es en estos procedimientos.

# TECNOLOGÍA

## Nanoalimentos: La tecnología de hoy

Rafael Contreras Chávez y Héctor Eduardo Martínez Flores



**Q.F.B. Rafael Contreras Chávez**, es estudiante del Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas, en el área temática de Biotecnología Alimentaria de la Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[rafael.contreras@umich.mx](mailto:rafael.contreras@umich.mx)

**D.C. Héctor Eduardo Martínez Flores**, es Profesor-Investigador de la Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.  
[hedu65@hotmail.com](mailto:hedu65@hotmail.com)

**A**lgunos de los alimentos que consumes pueden tener pequeñísimas partículas de plata, oro y otros materiales ¿Lo sabías? Quizás no eres el único. En este artículo te explicamos que la responsable de esto, es la nanotecnología.

La nanotecnología es una disciplina científica con la que se puede manipular átomos y moléculas a escalas diminutas imperceptibles por los ojos humanos, está ganando cada vez más presencia en los productos que consumimos, con la finalidad de reducir olores, cambiar la apariencia, mejorar la textura y detectar contaminantes en los alimentos que consumimos. Estos cambios están diseñados para que disfrutemos de productos más saludables y menos percederos.

Este tipo de tecnología es de alta importancia en la industria alimentaria actual, ya que con ella, se desarrollan materiales en la escala de los nanóme-

tros. La idea es producir básicamente “alimentos interactivos” cuyo sabor, color, aroma y los suplementos alimenticios que se les adicionan, sean definidos por y cuando el consumidor lo decida, con base en sus gustos, demandas y necesidades nutricionales.

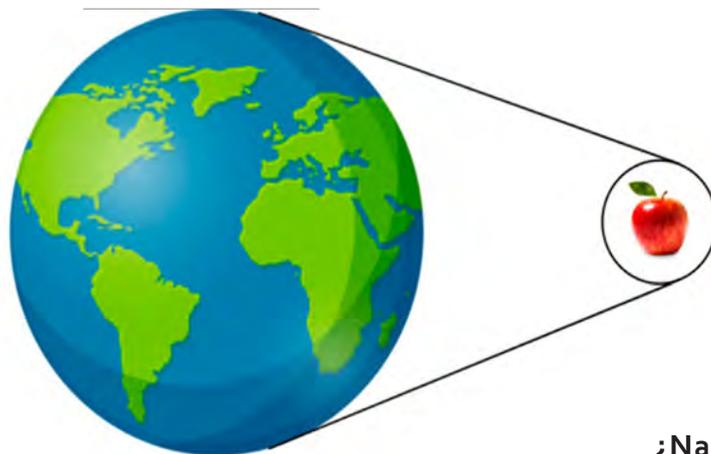
Esta tecnología es el origen de la nueva revolución industrial del siglo XXI, la que se espera tenga un gran impacto en la industria de los alimentos, sobre todo en la elaboración de los nanoalimentos, evolucionando desde los métodos de cultivo, de producción y en los procesos de envasado, transporte y consumo de los alimentos.

### ¿Qué es un nanómetro?

Un nanómetro (nm) es la medida que se utiliza en la nanotecnología que equivale a mil millones de veces más pequeño que un metro (0.00000001 metros). Es como si comparáramos el tamaño de una manzana con el tamaño de nuestro planeta o decir que uno de nuestros cabellos, es cien mil veces más grande que un nanómetro.

### La nanotecnología es multidisciplinaria

Con esta tecnología se diseñan, crean, sintetizan y manipulan estructuras y materiales, con partículas de un tamaño entre 1 y 100 nanómetros. Es multidisciplinaria por que se apoya de la química, física, electrónica, eléctrica, mecánica y mecatrónica. Por el tamaño tan pequeño de las partículas, los materiales poseen propiedades físicas, químicas y biológicas, que no se encuentran a mayor escala. Los nanotecnólogos, quienes trabajan con esta área de la ciencia, han desarrollado investigaciones con este tipo de materiales para su uso, como ya mencionamos, en diferentes industrias, entre ellas, la de los alimentos.



### ¿Nanoalimentos?

La palabra “nanoalimento” se utiliza

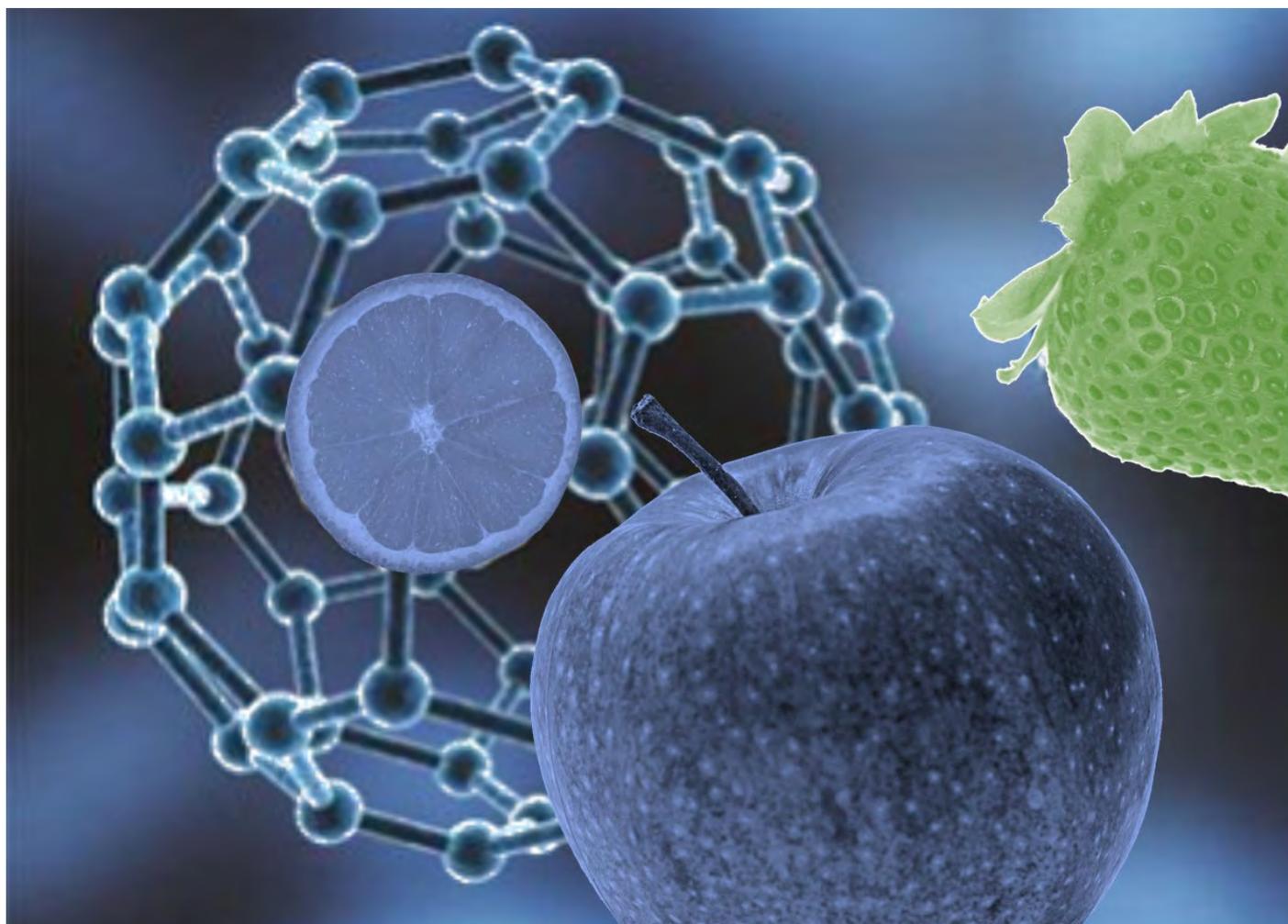
para describir a los alimentos que han sido cultivados, procesados o empacados, utilizando técnicas o herramientas de nanotecnología, o a los cuales se les ha añadido partículas pequeñísimas. Hoy en día es necesario el desarrollo de este tipo de alimentos ya que las demandas de los consumidores son cada vez mayores, como el de productos más saludables, resistentes a condiciones ambientales y menos perecederos.

Con la nanotecnología es posible obtener grandes aportaciones en la industria de alimentos, tales como el desarrollo de nanoenvases, la adición de nanopartículas con compuestos nutraceuticos y funcionales, la detección de alimentos de buena calidad y la producción de alimentos con cambios en su estructura, textura, sabor y color.

### Desarrollo de nanoenvases

El desarrollo de recipientes de un alimento para su manipulación, transporte y almacenaje, que utilizan materiales elaborados con nanotecnología, que cambian de color cuando se produce algún efecto indeseable en el alimento, se denominan nanoenvases. En éstos, se plantea la incorporación de nanopartículas con el fin de mantener frescos los alimentos o hacerlos “inteligentes”, para que respondan a las condiciones ambientales, repararse ellos mismos o incluso alertar al consumidor sobre la contaminación del producto y/o la presencia de bacterias, virus, hongos y parásitos.

Los empaques pueden responder a diferentes estímulos en los alimentos,



un simple cambio de color proporciona una pista visual rápida de dicho cambio, el empaque puede detectar cuando un alimento deja de estar fresco, cuando está contaminado por bacterias y reaccionar contra ella, además de detectar cambios de temperatura y determinar si un producto ha pasado en un proceso de congelamiento-descongelamiento. Por darles un ejemplo, diversas investigaciones se realizan para lograr las mejores condiciones y tiempo de conservación de la carne, ya que es un alimento de los más perecederos, con esta tecnología de envases, se podría controlar el desarrollo del deterioro cárnico, regular las condiciones de empaquetado o bien, indicar al consumidor el estado de frescura de la carne.

Una aplicación muy interesante para este fin, es la incorporación de sustancias en el empaque que cambian de color, cuando hay crecimiento de microorganismos, ya que éstos, al reproducirse generan sustancias ácidas que bajan el pH y provocan que la sustancia cambie de color, lo cual indica una pérdida de la frescura y comienzo del deterioro del producto.

### **Nanopartículas en los alimentos**

La generación de nuevos productos alimentarios, aplicando sus principios en la incorporación de compuestos saludables, con el fin de mejorar las propiedades de los alimentos y poder tratar diferentes enfermedades, tiene la ventaja de que se pueden personalizar, liberando las moléculas apropiadas y reteniendo otras. Por ejemplo, reducir el contenido graso de los productos, la incorporación de nanocápsulas con vitaminas, minerales y antioxidantes, o mejorar el color, sabor, textura y olores del alimento. Una aplicación, podría ser, que un mismo alimento libere una cantidad adecuada de calcio para cada paciente con osteoporosis de acuerdo con sus requerimientos.

### **Mejorar la calidad y seguridad alimentaria**

La nanotecnología nos permite detectar fraudes en los alimentos, ya que puede revelar el verdadero estado de frescura o la naturalidad de un alimento, así como determinar y cuantificar cada componente de un alimento. Con ello, evitaríamos consumir o comprar alimentos de menor calidad y

sabríamos si contienen componentes que no deberían, como el contenido de grasa añadida en un alimento que no debería tenerla.

### Mejorar los procesos en la elaboración de alimentos

Con esta tecnología podemos estudiar las nanoestructuras que se generan en la fabricación de alimentos, para lograr una mejora en el procesamiento de éstos. Durante el procesamiento, podemos cambiar algunas de las propiedades físicas con el fin de proteger y hacer más compatibles algunos componentes o ingredientes, programar el tiempo de vida de un alimento y hasta disimular sabores o los colores de un alimento para hacerlo más apetecible.

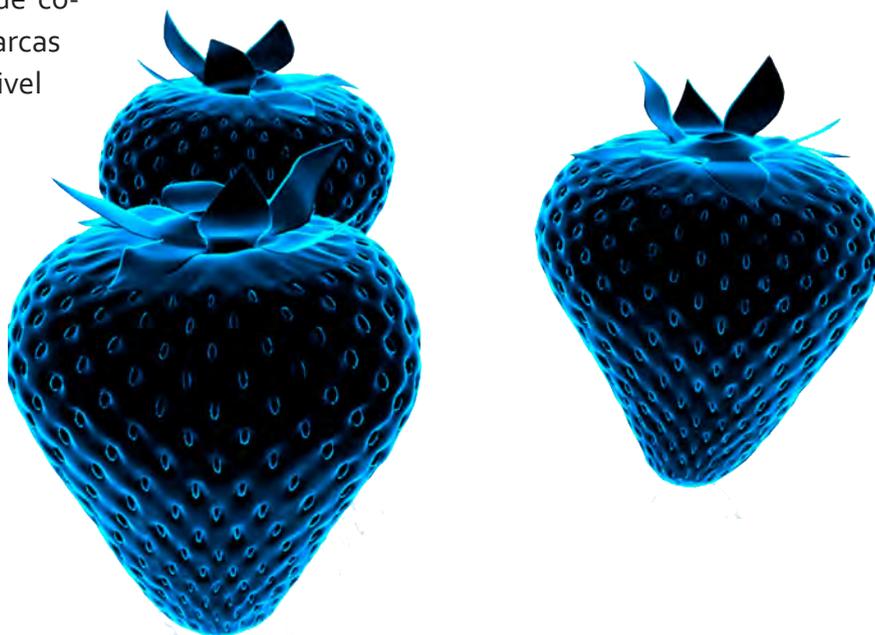
### Avances en la producción de los nanoalimentos

Actualmente, las grandes industrias se suman al desarrollo de investigaciones y productos, y uno de los grandes ejemplos es el desarrollo de la "lengua electrónica", una superficie con nanosensores muy sensibles a los gases que desprenden los alimentos cuando pasan por un proceso de descomposición y hacen que cambie de color. También ya elabora una de las marcas de helados más grande y querida a nivel mundial, un helado con bajo contenido en grasa (menor al 1%), logrado por la disminución del tamaño de

partícula de grasa utilizada, obteniendo un helado con la misma textura que el que se fabrica con altos contenidos de grasa. Un consorcio del Reino Unido desarrolló gránulos de sal de mesa de tamaño nanométrico, que por sus propiedades no se mezclan y aseguran alimentos más salados que su similar en tamaño micrométrico, lo que permite reducir el uso de sal en un 90%.

Aquí en México, una de las grandes empresas transnacionales de alimentos, ha invertido en instalaciones de investigación y desarrollo de la nanotecnología, ubicadas en el parque de investigaciones e innovación tecnológica (Monterrey) para el desarrollo de nano/bio-procesos útiles en sus productos. Otras empresas productoras de alimentos, conocidas por nosotros por la elaboración de sopas, chocolates, cereales y lácticos, entre otras, también desarrollan proyectos de innovación tecnológica con la nanotecnología.

Con este tipo de tecnologías, se generarán productos novedosos de acuerdo con las demandas de los consumidores actuales, y no solo impactará a la industria de los alimentos, sino que va a transformar a todos los sectores industriales.



Almengor L. (2009). Nanotecnología en la industria alimentaria. *Facultad de Ingeniería- Universidad Rafael Landívar*, (13):35-52. <http://www.administracion.usmp.edu.pe/institutoconsumo/wp-content/uploads/2013/08/Nanotecnología-en-la-industria-alimentaria-UFM.pdf>  
 Delgado G.C. (2009). Nanotecnología y producción de alimentos: impactos económicos, sociales y ambientales. *Centro de Investigaciones Interdisciplinarias En Ciencias y Humanidades de La UNAM*, 17(34): 185-205. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pi-](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pi-)

[d=So188-45572009000200007](https://doi.org/10.4018/978-1-5225-1798-6.ch045)  
 Cruz-Monterrosa R.G., Reséndiz-Cruz V., Landa-Salgado P., Jiménez-Guzmán J., Díaz-Ramírez M., Miranda-De La Lama G., García-Garibay J. (2017). Nanotechnology in the food industry. *Agro Productividad*, 10:39-46. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-1798-6.ch045>  
 Fundación Vasca para la seguridad Alimentaria. (2012). La Nanotecnología en la Industria Alimentaria. *Elika*, 1-6. [http://www.elika.net/datos/articulos/Archivo993/Articulo\\_nanotecnología\\_alimentaria.pdf](http://www.elika.net/datos/articulos/Archivo993/Articulo_nanotecnología_alimentaria.pdf)

# UNA PROBADA DE CIENCIA

## El Chef furioso

Horacio Cano Camacho



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

**T**odos hemos escuchado de dietas milagrosas, incluso algunos hasta las hemos practicado. Hay remedio para todo y para todos en la viña del señor. Y claro, estas propuestas son muy atractivas: imagine usted que se puede curar algo tan grave como el cáncer simplemente agregando o quitando un platillo de su mesa. O curar el Covid-19 tomándose un ajo en ayunas, o eliminar

tal cosa comiendo papaya exclusivamente durante una semana. Sería tan fácil.

Pero si las dietas milagrosas son un hecho cotidiano, falta agregar nuestra obsesión por la comida saludable. Desde el agua que bebemos que casi casi la tomamos bendecida por el santo papa, hasta la eliminación total de ciertos ingredientes, parecen ser la norma. Como que no padecer intolerancia a la lactosa o al gluten nos vuelve marginales. Los propios médicos (y las vecinas) detectan estas alergias nada más escuchar la primera queja. Así, sin exámenes de ningún tipo. Y claro está. Nosotros sentimos una enorme satisfacción por que ya somos de la cofradía exclusiva de los intolerantes... Y claro, engordamos el negocio de los vendedores del miedo. Los estantes y los refrigeradores de las tiendas están llenos de estos productos.

Barritas energéticas para sustituir a la comida, té milagrosos que curan todo, vitaminas y proteínas en polvo para sustituir a las que nos comemos en forma de bistec. Vegetales sin colesterol (aunque usted no lo crea), chocolates sin grasas *trans* (ni chocolate), camarones libres de transgénicos

(ya casi todo exhibe una leyenda de esas como blasón). Es tal la obsesión por lo "sano" que un buen día vamos a parecer astronautas con dietas en una barra con sabor a pollo, res, hongos, pero sin ninguno de esos ingredientes por "insanos".

Tenemos una relación muy complicada con la comida. Ahora respondemos por modas. Llegan unas, a las pocas semanas se van y son sustituidas por otras, incluso más radicales o contradictorias de las que teníamos antes. He visto en internet sitios que advierten de los riesgos de consumir tal producto, para enseguida descubrir otro sitio que recomienda los milagros de consumir... el mismo.

Hoy en la mañana escuchaba a una cocinera que recomendaba un plato y el "argumento" para ponerle tal ingrediente era que detoxificaba los riñones y otro fundía la grasa del cuerpo y nos permitiría adelgazar. Yo imaginaba que éramos como una barra de mantequilla y la grasa estaba allí, formando paquetes que, al fundirse, simplemente se irían por la taza del baño. Pero resulta que son los riñones los que filtran la sangre y la grasa está en realidad dentro de células vivas y claro, no se funde,



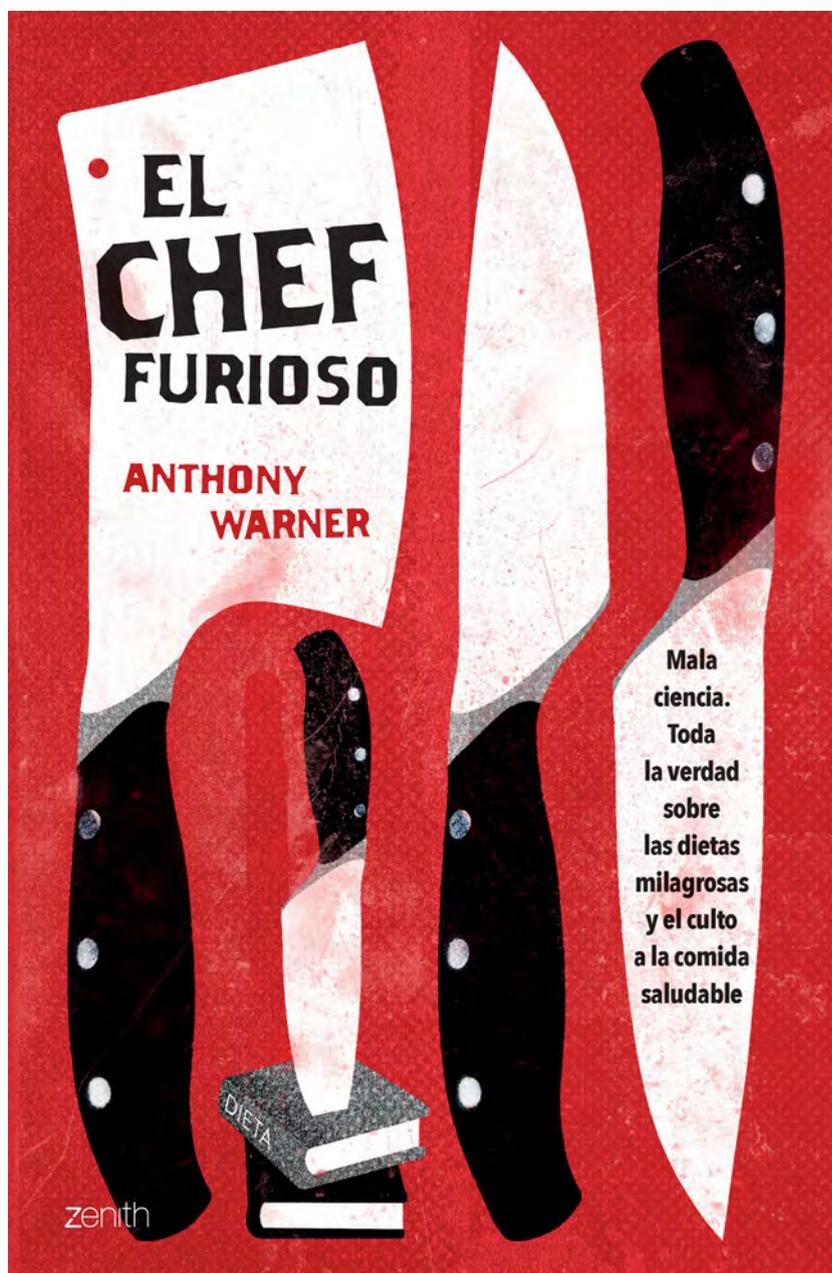
a menos que le apliquemos al cuerpo unos cientos de grados de calor.

Sobre todo esto nos habla el Chef Anthony Warner, mejor conocido como *El Chef furioso*, en su libro del mismo nombre (Zenith, 2019. ISBN 9786077475897). Detrás de todas estas ideas hay una muy mala ciencia: dietas milagrosas, détox, “sanas” que nos prometen el paraíso. Se sustentan en una muy mala costumbre de todos nosotros. Y nos son los malos hábitos alimenticios, es nuestra falta de costumbre de pensar un poquito de manera crítica y racional.

Vivimos bombardeados por mensajes de todo tipo, la mayoría de los cuales aprovechan esta falta de cultura científica de la sociedad y sobre todo la carencia y ejercicio del pensamiento crítico.

Nos venden toda suerte de ideas que no admiten el menor análisis si le aplicamos el pensamiento escéptico. Y hay una regla fundamental del mismo: “Afirmaciones extraordinarias (en este caso sobre las propiedades de lo que comemos) requieren niveles extraordinarios de pruebas o evidencias” y usted debería pedir o exigir esas pruebas extraordinarias. ¿Por qué comer como nuestros ancestros trogloditas que no vivían más allá de veinte o treinta años? ¿Por qué consumir productos “alcalinos” si la homeostasis de nuestro cuerpo ajustará y neutralizará el pH de todo lo que entra a nuestro sistema? Es más ¿entiendo qué demonios es eso de alcalino, paleolítico, gluten free, transgenes, colesterol bueno, radicales libres, lactasas? O simplemente soy presa del pánico y la ignorancia, que por supuesto, no estoy dispuesto a reconocer...

La cocina normal, esa que todos hemos consumido por décadas, incluso cientos de años, no salió de la nada. Es el resultado de años y años de



prueba y error. Sabemos qué nos nutre, qué nos alivia ciertos malestares sencillos o qué nos provoca pesadez, no porque le hagamos análisis a cada cosa que nos llevamos a la boca, sino porque tenemos mucho tiempo comiéndolo y a través de generaciones. Entonces pregúntese ¿por qué no nos comemos esa parte del tal planta? ¿por qué mi conocido murió de cáncer a pesar de que era un gran aficionado a tal plato o fruto, que ahora se ofrece como milagroso? ¿por qué si comer rayadura de limón “cura” la diabetes, esta es la segunda causa de muerte en el mundo? O si tal producto cura la calvicie por que tantos pelones...

No hacemos preguntas y dedicarles unos momentos a tratar de responderlas o buscar verdaderos expertos que nos ayuden puede tener conse-

cuencias fatales: mucha gente ha muerto porque abandona sus tratamientos contra el cáncer o por problemas cardíacos por hacer caso de las dietas milagrosas o los productos milagro. Otros miles y miles se someten a regímenes terribles (y caros) porque alguien o ellos mismos, llegaron a diagnósticos absurdos sin el concurso de médicos y análisis exhaustivos. Otros simplemente creen que tal dieta implica un "estilo de vida" sano, divertido o prestigioso, muchas veces influenciados por estrellas o personajes famosos a los que queremos imitar a través de seguir sus consejos, sin entender plenamente el daño que le están haciendo a su cuerpo.

Sobre todo ello nos habla *El chef furioso* en un estilo provocador, verdaderamente enojado con los vendedores del miedo. Esos que se llevan millones de pesos o dólares a la bolsa simplemente aprovechándose de la desinformación, el comportamiento "aspiracional" y el pensamiento grupal que nos impulsa a seguir consejos de manera acrítica, porque alguien nos lo recomienda o dice que le funcionó.

Está escrito en un estilo divertido, y decía, provocador de verdad, pero sustentado en evidencias. Lean este libro, ahorrarán dinero y sobre todo, perderán la culpa que cargan al comer... contiene capítulos sobre la dieta libre de gluten, la dieta alcalina, el aceite de coco,

la dieta paleo, los famosísimos antioxidantes, entre otros y claro, un muy buen análisis sobre el origen de los mitos de la comida.

Una anécdota final: Hace algún tiempo en la Universidad (¡!) se me acercó un compañero a ofrecerme un producto que estaba vendiendo para completar su quincena. Me miraba con cierta reticencia. Y finalmente pudo más su necesidad de dinero. Mira, me dijo, te convendría este producto para bajar de peso, es muy bueno y está probado. Es muy sencillo, lo preparas como un licuado o malteada todas las mañanas en lugar de desayuno y sas, en dos semanas perderás los kilos que te sobran... Yo le dije ¿de verdad funciona? ¿Es tan bueno como dices? Si... fue su respuesta un poco avergonzada. Entonces ¿porqué no lo tomas tú y cuando pierdas los cuarenta kilos que te sobran, seguro me animo y te lo compro... Quince días después ya vendía desodorantes y agendas (libros de vida, les decía) que claro, también obraban milagros.



# LA CIENCIA EN POCAS PALABRAS

## *Quorum sensing* o percepción del *quorum*

Omar González López y Homero Reyes de la Cruz



**M.C. Omar González López** es estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas opción Biología Experimental, Laboratorio de Biotecnología Molecular de Plantas del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[omargon86@gmail.com](mailto:omargon86@gmail.com)

**D.C. Homero Reyes de la Cruz** es Profesor e Investigador del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

[delacruz@umich.mx](mailto:delacruz@umich.mx)

¿Qué es el *quorum sensing*?

La palabra "quórum" proviene del latín "quorum", que es el número de individuos necesario para tomar una decisión determinada y cuyo uso principal se ha referido a la política; por otro lado "sensing", proviene del inglés "sense" y significa "detección" o "percepción", por lo que podemos decir que el "*quorum sensing*" se interpreta como la detección de un determinado número de individuos. Entonces en términos biológicos el "*quorum sensing*" es la percepción de cuórum o autoinducción de una población de bacterias que regula su comportamiento dependiente de la densidad poblacional.

### Las bacterias y otros microorganismos ¿se pueden comunicar entre sí?

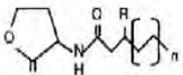
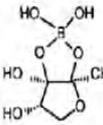
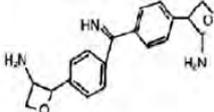
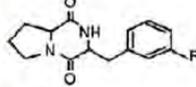
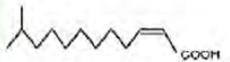
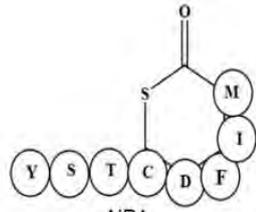
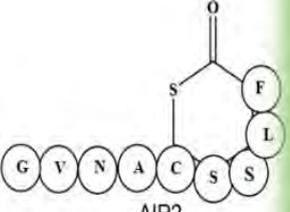
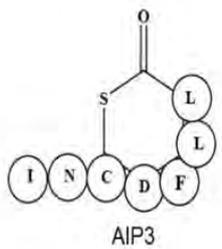
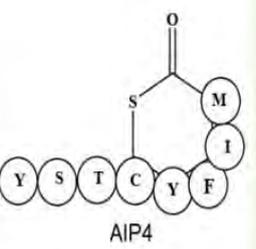
Ahora sabemos que las bacterias forman comunidades llamadas colonias y que algunas presentan un estilo de vida libre, también hay simbióticas porque se asocian a un organismo sin causar daño, y otras son patógenas, porque causan infecciones a diversos organismos como las plantas. Con diversas investigaciones se determinó que las bacterias no actúan de manera independiente, que las asociaciones que ellas hacen no solo dependen de la disponibilidad de nutrientes, sino que su poder de infección se ha relacionado con la densidad de población, es decir, que generan una infección en un organismo o tejido hasta que alcanzan un cierto número de bacterias. Es por ello, que este comportamiento bacteriano generó varias preguntas, ¿cómo saben los individuos de una colonia cuando tienen un número suficiente para realizar una infección? ¿los individuos actúan de manera aislada o actúan de manera coordinada? Estas interrogantes solo se

pueden responder si las bacterias cuentan con un mecanismo de comunicación, que les permita percibir la cantidad de los miembros de su población (densidad poblacional) y de esta manera realizar acciones de manera coordinada. Este mecanismo de comunicación fue descubierto hace tres décadas y se denomina "quorum sensing" (ver *Saber Más* 34:31-32).

### ¿Cómo se lleva a cabo el "quorum sensing"?

La comunicación entre bacterias se produce a través de moléculas químicas que sirven como señal, también llamadas "autoinductores", que son muy variadas y su estructura depende de la especie bacteriana que los produce. En ciertas condiciones, una célula bacteriana los produce y libera a su entorno, a medida que aumenta la densidad poblacional, también incrementa la cantidad de señales, hasta que éstas sobrepasan un límite, lo que lleva a activar otras vías de señalización que inducen la expresión de genes específicos, que modifican el

EJEMPLOS DE AUTOINDUCTORES

<p style="text-align: center;">Bacterias gram negativas</p> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;">  <div style="margin-left: 10px;">Acil homoserina lactonas (AHL)</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;">  <div style="margin-left: 10px;">Autoinductor 2 (AI-2)</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;">  <div style="margin-left: 10px;">Bradioxetina</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center; margin-bottom: 10px;">  <div style="margin-left: 10px;">Ciclodipéptidos</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;">Factor de señal difusible (DSF)</div> </div>	<p style="text-align: center;">Péptidos autoinductores (AIP) de bacterias gram positivas</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>AIP1</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>AIP2</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>AIP3</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>AIP4</p> </div> </div>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

comportamiento de la población. De esta manera, las bacterias pueden realizar acciones de forma coordinada, por ejemplo, las relacionadas a la invasión de organismos como su movilidad y la producción de toxinas.

### ¿Qué tipos de "quorum sensing" existen?

Los tipos de *quorum sensing* se pueden separar en dos grandes grupos. En el primer grupo está el empleado por bacterias Gram positivas, que utilizan moléculas señal formadas por "oligopéptidos" (pequeñas cadenas formadas por aminoácidos, los bloques con los que se construyen las proteínas), cuya estructura depende de la secuencia de aminoácidos y la longitud de la cadena. Un ejemplo de bacteria que utiliza este sistema es *Staphylococcus aureus*, que es ampliamente conocida por causar enfermedades como infecciones de piel y huesos, endocarditis (infección cardíaca), intoxicación intestinal, neumonía y síndrome de shock tóxico (infección generalizada grave que puede causar la muerte). El otro grupo, las bacterias Gram negativas, utilizan una gran variedad de moléculas señal, como las acil homoserina lactonas (formadas por un anillo de lactona enlazado por una amida a una cadena acilada de 4 hasta 14 átomos de carbono), que son ampliamente estudiadas. Existen muchas otras señales que se producen, dependiendo las condiciones ambientales de los microorganismos.

### ¿El "quorum sensing" se lleva a cabo sólo entre organismos de la misma especie?

El "quorum sensing" es un mecanismo de comunicación tan importante, que se considera



esencial para la supervivencia bacteriana. Como sabemos, en la naturaleza existen comunidades microbianas que coexisten en el mismo ambiente, por lo que es determinante que sean percibidos por los organismos vecinos, ya sea de la misma especie o de especies diferentes. Las bacterias deben reconocer las señales químicas producidas por las diferentes especies de su entorno, incluso hay percepción de estas moléculas señal entre organismos diferentes a las bacterias, como los hongos, las plantas e incluso animales mamíferos, que pueden reconocer las señales de las bacterias y así diferenciar si son organismos benéficos o nocivos, que les permite activar o no sus mecanismos de defensa para combatirlos. Este tipo de interacciones entre diferentes organismos se puede encontrar en los seres humanos, donde cohabitamos con una gran diversidad de microorganismos que conocemos

como la microbiota, que habita en nuestra piel y mucosas, y es necesario que nuestros tejidos detecten a estos microorganismos para saber si pueden causar algún daño o no.

### Importancia de estudiar el "quorum sensing"

Las aplicaciones del estudio de "quorum sensing" son muy diversas. Por ejemplo, la producción de antibióticos está regulada por este mecanismo, entonces podemos incrementar la producción de antibióticos o incluso modificarlos para mejorarlos. O en este sentido, bloquear la comunicación entre los organismos patógenos para disminuir infecciones. Para esto se han encontrado moléculas que interfieren con la comunicación, como algunos extractos de plantas y hongos, o moléculas diseñadas artificialmente. A este proceso de interrupción del "quorum sensing" se le denomina "quorum quenching", un área de estudio relativamente nueva.



Otra aplicación, es la identificación de cepas patógenas, variaciones de una especie bacteriana que no es considerada una especie diferente.

Por ejemplo, la bac-

teria *Escherichia coli* es parte de nuestra microbiota, sin embargo existen cepas de ésta, que se consideran muy peligrosas por su patogenicidad, como la *E. coli* O157:H7, que responde de manera rápida a pequeñas cantidades de moléculas señal.

Aunque el "quorum sensing" fue descubierto recientemente, es un mecanismo ancestral y determinante en la selección y evolución de los microorganismos, por lo que es esencial su estudio para comprender la construcción de nuestro ecosistema actual.



Rojas-Badía M.M. (2011). Quorum sensing en la asociación beneficiosa de las bacterias con las plantas. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 13(2):135-143.  
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/27959/38328>

Marquina-Díaz D. y Santos de la Sen A. (2010). Sistemas de quorum sensing en bacterias. *Reduca (Biología). Serie Microbiología*, 3(5):39-55.  
<http://revistareduca.es/index.php/biologia/arti->

[cle/view/820/835](http://revistareduca.es/index.php/biologia/arti-)

Flores-Encarnación M., Aguilar-Gutiérrez G.R., Cabrera-Maldonado C., Guzmán-Flores J.E. y Flores-Encarnación M.S. (2011). El impacto biológico de los autoinductores bacterianos. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 31(2):104-111.  
[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1315-25562011000200005](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562011000200005)

# LA CIENCIA EN EL CINE

## Bárbaros

Horacio Cano Camacho



**E**stoy mirando una serie en uno de los canales de *streaming* o televisión bajo demanda, que seguramente están haciendo su agosto en esta contingencia sanitaria, pues se ha constituido en una alternativa de entretenimiento para muchos que debemos quedarnos en casa y nos permite hacer maratones de series o películas clásicas.

La serie que comento ahora es del tipo “*una de romanos*”. Se trata de una producción alemana de este año terrible de 2020, estrenada en su temporada 1 hace unas semanas apenas y que seguramente tendrá continuidad.

El cine y la televisión “histórica” me encantan, he de decirlo. Es claro que muchas películas

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

de este género no son tan apegadas a los hechos históricos y se toman licencias más o menos fuertes, pero siempre han sido un buen pretexto, en mi caso, para buscar información más seria y fidedigna y aprender de ellas.

Yo insisto mucho con mis estudiantes en que el aprendizaje debe ser permanente. Siempre estamos aprendiendo y debemos considerar que existen innumerables formas de hacerlo, menos formales, pero que pueden ser efectivas. La observación detallada del entorno, la lectura, los viajes, el cine, entre otras, pueden convertirse en estímulos del aprendizaje. La condición es que se aprovechen para generar dudas y preguntas y luego estas sean resueltas con los recursos más formales, la documentación, la discusión y el análisis.

Lo importante aquí son las preguntas que nos pueden generar las imágenes y los "hechos" que miramos en la pantalla, en el caso del cine y la televisión: ¿En dónde queda el sistema estelar que se menciona en la película? ¿Existió el hecho histórico o cuál es la relevancia del personaje del programa? ¿Existe el lugar mencionado? ¿En dónde está? ¿Se corresponde la narración con la realidad? ¿Es viable o posible el evento que nos cuentan? Como pueden ver, existen miles de preguntas, y por supuesto, miles de respuestas...

Regresando a la serie *Bárbaros* (*Barbaren* en el original) es una "mirada desde el lado germano" a un suceso histórico: La batalla de Teutoburgo, en

el año 9. Esta batalla, escenificada en los bosques de la actual Osnabrück, en Alemania, es conocida como una catástrofe del imperio romano, en donde un grupo de tribus "bárbaras", lideradas por el caudillo Arminio destruyó a tres legiones romanas dirigidas por Publio Quintilio Varo, un General que pasó a la historia por esta derrota, en la cual perdió la vida.

Se parte de un suceso real, histórico y de varios personajes también históricos, pero se mezclan con sucesos y personajes ficticios para darle el pulso dramático que la nueva televisión requiere. No hay que olvidar que no se trata de un documental científico sino de televisión de "acción", comercial y que debe competir por el mercado. Esto lo comento porque he leído muchas críticas de historiadores y gente muy purista sobre estas licencias. Sin embargo, la serie es tan buena, tan emocionante, que nos llama a saber más de ese suceso y sus personajes.

Hay básicamente cuatro personajes que soportan la serie: tres de ellos son históricos. Los Romanos estaban en plena expansión del imperio hacia el norte de Europa y mandaron a su legiones más poderosas para asentarse en esos territorios y esclavizar o cobrar peajes a los pueblos afincados en ellos. Una estrategia muy poderosa del imperio consistía en ir "romanizando" a las poblaciones conquistadas. Y una manera de hacerlo era llevarse a niños, sobre todo hijos de jefes locales, hasta Roma, en donde era educados como ciudadanos y





luego ya convertidos, se regresaban a las poblaciones conquistadas. No solo hablaban latín y el idioma de nacimiento, sino que se habían asimilado por completo a la cultura y valores del conquistador, lo que ayudaba a penetrar en los territorios y lograr la aceptación del esclavo.

Un niño de estos fue Arminio, hijo de un jefe tribal, educado en Roma y regresado como heredero del mando de su pueblo al morir su padre. En esta nueva posición, Arminio debería servir al conquistador y generar la aceptación de los germanos. Arminio, por alguna razón, desobedece y se enfrenta al imperio, uniendo a varios pueblos en su contra. Arminio, junto con Thusnelda, hija de otro líder local y personaje real y Folkwin "Lanzalobo", un personaje totalmente ficticio, organizan a los pueblos (en la serie) y les dotan de una conciencia alemana que les permite enfrentarse a una fuerza muy superior, en disciplina, armas, preparación y recursos. Las legiones romanas son dirigidas por otro personaje real, Varo.

Por supuesto, que siendo la Batalla de Teutoburgo la parte central e histórica, la serie le crea un contexto y tal vez sea la parte menos fidedigna, incluso, la mayor debilidad de la serie, pero es emocionante y muy bien construida.

No quiero abundar en detalles por el riesgo de caer en revelaciones innecesarias y groseras con

quien no la ha visto, pero sí deseo marcar un par de puntos que me parece necesario que se conozcan con antelación, lo cual no le quita la emoción ni adelanta el resultado (que además ya conocemos). Los romanos eran un imperio y como tal había necesidades y demandas económicas y de protección que era necesario asumir. En la primera parte, la expansión tiene un fin eminentemente económico y para nada romántico. Se trata de incorporar territorios productivos que paguen impuestos, provean alimentos y mano de obra esclava para el sostenimiento de Roma. La asimilación cultural es más un efecto secundario que un proyecto.

Por esas épocas, Europa era un vasto territorio habitado por pueblos de distinto origen, idioma y cultura, sin identidades nacionales precisas (y eso lo podemos ver en la enorme reconfiguración del mapa europeo en los últimos siglos y el enfrentamiento constante de "nacionalidades"). El concepto pueblo alemán o pangermánico (manejados en la serie) no existían y no surgieron hasta entrado el Siglo XIX, de manera que la serie si falsea la realidad y nos muestra una conciencia nacional que estaba lejos de existir. De hecho, Roma avanzó con relativa facilidad por estos lugares, precisamente por que se trataba de pueblos pequeños, muy apegados a sus territorios y en permanente conflicto con los vecinos.

Arminio y Thusnelda simplemente aprovecharon el descontento de los pueblos rivales con los romanos por los impuestos y el esclavismo del que eran víctimas. Y esta fue realmente la fuerza impulsora del enfrentamiento. Otro aspecto que hay que notar, es que los romanos buscaban darle seguridad a sus fronteras y eso lo hacían pactando acuerdos con los jefes locales, como los padres auténticos de Arminio y Thusnelda, que en la realidad acordaron servidumbre y colaboración con los romanos a cambio de protección contra otros pueblos, aunque luego sus descendientes desoyeron esos pactos.

La serie se presenta, en la publicidad, como una mirada alemana de ese suceso histórico y esta tal vez sea la mayor falla. Alemania no existía ni como idea ni como proyecto, de manera que se autoasignan una victoria que para nada les pertenece, ni recuerdan las múltiples derrotas que esos mismos pueblos sufrieron a manos de los romanos. Y esto pasa mucho con quien de sopetón ignora la historia objetiva. He visto películas y series sobre rebeliones de pueblos en toda Europa contra el imperio, y sí, muchas de ellas son reales y sus dirigentes han pasado a la historia y se han convertido en mitos, pero ni eran ingleses, escoceses, franceses o alemanes porque esas naciones simplemente no existían en esa época, ni necesariamente esos pueblos fueron la simiente de los posteriores países.

Aquí les quiero recomendar la lectura de un ensayo fabuloso sobre la configuración de Europa a través de la historia: *Reinos desaparecidos*, de Norman Davies (Galaxia Gutenberg, 2013. ISBN 9788415472957) que nos muestra con mucha claridad la historia convulsa de este continente, con multitud de pueblos, reinos, ciudades que a lo largo del tiempo han cambiado, fusionado, expulsado, aliado, peleado, entre ellos hasta cambiar por completo sus orígenes y devenir. Esta reconfiguración pone muy en duda los "sentimientos" chauvinistas tan en boga ahora y cuestiona la mitología que está detrás de esas ideas nacionalistas excluyentes.

La serie "Bárbaros", sin duda está muy bien construida, es interesante y emocionante. Da para muchas horas de entretenimiento. Pero ya después, es importante pensar un rato y documentarse, porque hay un tufo nacionalista, que mal manejado puede ser peligroso: Por principio pone a los "salvajes" como buenos y a los romanos como los "malos". No estoy

defendiendo a estos últimos, ni mucho menos, sin embargo, debemos entender que ese era el mundo y esas sus relaciones socioeconómicas. Los "bárbaros" eran conflictivos con sus vecinos, también eran esclavistas, muy violentos y se aliaban con los romanos a la menor oportunidad de derrotar a sus vecinos. No son los angelitos, ni las víctimas inermes que la serie nos presenta. Muchos de los pueblos resultantes de estas historias, después fueron iguales o peores que los romanos. Recordemos que esta mitología fue usada como fundamento ideológico del nazismo...

La serie nos permite pasar el rato y divertirnos. Pero es una oportunidad también para repensar la historia real, y no sólo la europea. También es importante vernos a nosotros mismos ¿Cuándo surgió México? Porque la idea es relativamente reciente, de manera que los españoles no "invadieron" ni conquistaron México, lo cual no disculpa ninguna atrocidad. ¿Por qué algunos pueblos prehispánicos se aliaron a los españoles en su conquista de los territorios mexicanos? ¿A quién "traicionaron" esos pueblos y tal "traición" realmente existió? ¿Por qué ahora nosotros nos asumimos como herederos de los aztecas? y ¿realmente lo somos? Miles de preguntas y otras tantas respuestas...



# EXPERIMENTA

## El poder de la energía solar

Rafael Salgado Garciglia\*

Con este experimento vamos a explorar la potencia de la energía solar, como ésta mediante el calentamiento de una botella cubierta con pintura negra, produce la suficiente energía para inflar un globo, que incluso puede llegar a explotar. Sigue las instrucciones para realizar el experimento y verás el resultado.

### NECESITAS:

2 botellas de plástico

2 globos medianos

Pintura negra

Pintura blanca

Brocha o Pinceles



Busca entre tus productos desechables dos botellas del mismo tamaño y forma, de preferencia alargadas, una píntala de blanco y otra de negro, desde la base hasta el cuello. Una vez que estén secas, coloca un globo en la boca de cada botella y ahora colócalas en un lugar donde las luz solar sea fuerte, por lo menos, más de una hora.

### ¿Qué observaste después de una hora?

El globo de la botella negra se infló, incluso puede llegar a estallar, pero el de la botella blanca presentó poco cambio. Te explicamos que pasó: La luz solar produce energía en forma de calor y hay muchas maneras de recoger esta energía para diferentes usos como las celdas solares que la convierten en energía eléctrica, considerada como una energía limpia. En este experimento, recogimos la energía solar como calor, el aire de la botella negra al calentarse, aumenta la presión interna de la botella, que fue lo responsable de expandir el globo ¡inflándolo! El color negro de la botella, absorbe más la energía del sol que la botella blanca, ya que este color la refleja.



Este experimento también puedes hacerlo con el mismo resultado, poniendo una botella en agua caliente y otra en hielo, el calor transferido del agua caliente expandirá también el globo.

Créditos por la idea. <http://www.geocities.com/thesciencefiles/solarenergy/page.html>

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

# INFOGRAFÍA

## Fotografía científica

Miguel Gerardo Ochoa



### Fotografía Científica



La fotografía científica es un conjunto de complejas técnicas fotográficas que se realizan en el ámbito de la investigación y desarrollo científico.

Tiene doble función, por un lado ilustrar y fijar esas observaciones y por otro lado la de ser capaz de registrar numerosos fenómenos que resultan invisibles a nuestra vista

#### Técnicas más comunes de la fotografía científica

#### Breve historia del inicio de la fotografía científica

**Macrofotografía.** Mediante lentes especiales (macro) se capturan pequeños detalles de animales, plantas u objetos.  
Fotografía: Detalle de insecto *Antianthe expansa*. M.C. Gerardo Ochoa

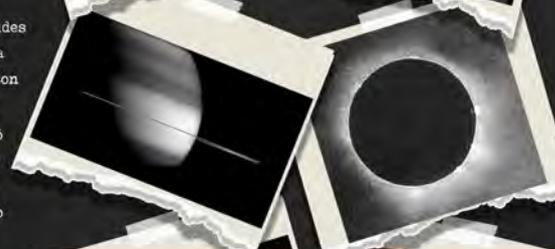


**Microscopio óptico o electrónico.** permite conocer características y propiedades de estructuras mas pequeñas, como células o fibras sintéticas.  
Fotografía: Pared celular de diatomea marina *Arachnoidiscus* sp. Dr. Jan Michels



1840. El químico austriaco Andreas Ettingshausen, el médico Joseph Berres, el óptico Simon Plossl y el físico Carl Schuh realizaron una microfotografía de un corte transversal de una clemátide (planta con flores)

**Filtros especiales.** sensibles a longitudes de onda como la infrarroja o ultravioleta que permiten observar estructuras que no son visibles al ojo humano.  
Fotografía: NASA, cámara Cassini, permitió a los científicos determinar la ubicación de las nubes en la atmósfera del planeta, a través del empleo de un filtro infrarrojo



1845. Los físicos franceses Louis Fizeau y Léon Foucault realizaron la primer captura del Sol que mostró detalles de las manchas solares.

**Telescopio.** Permite visualizar y fotografiar cuerpos celestes a grandes distancias y comprender sucesos astronómicos.  
Fotografía: Primer fotografía de un agujero negro tomada en 2019 como parte de la iniciativa Event Horizon Telescope con la participación de poco más de 200 investigadores



1851. Primer registro fotográfico de un eclipse total de Sol realizado desde el Real Observatorio de Königsberg en Prusia por Johan Berkowski.

La fotografía científica resulta una valiosa herramienta que nos ayuda no solo a cambiar la forma tradicional con la que apreciamos la ciencia, también resulta un mundo cargado de belleza y de oportunidades para divulgar la ciencia y seguir aprendiendo.

1873. Ettiene Jules Marey logra capturar el movimiento en humanos y algunos animales como aves y caballos. Esto permitió el análisis mecánico-fisiológico



Vista dorsal de huesos y escamas (azul) y vasos linfáticos (naranja) en un pez zebra juvenil. Daniel Castranova.

Embrión de camaleón (autofluorescencia) Dr. Allan Carrillo-Baltdano



Diseño: Gerardo Ochoa

