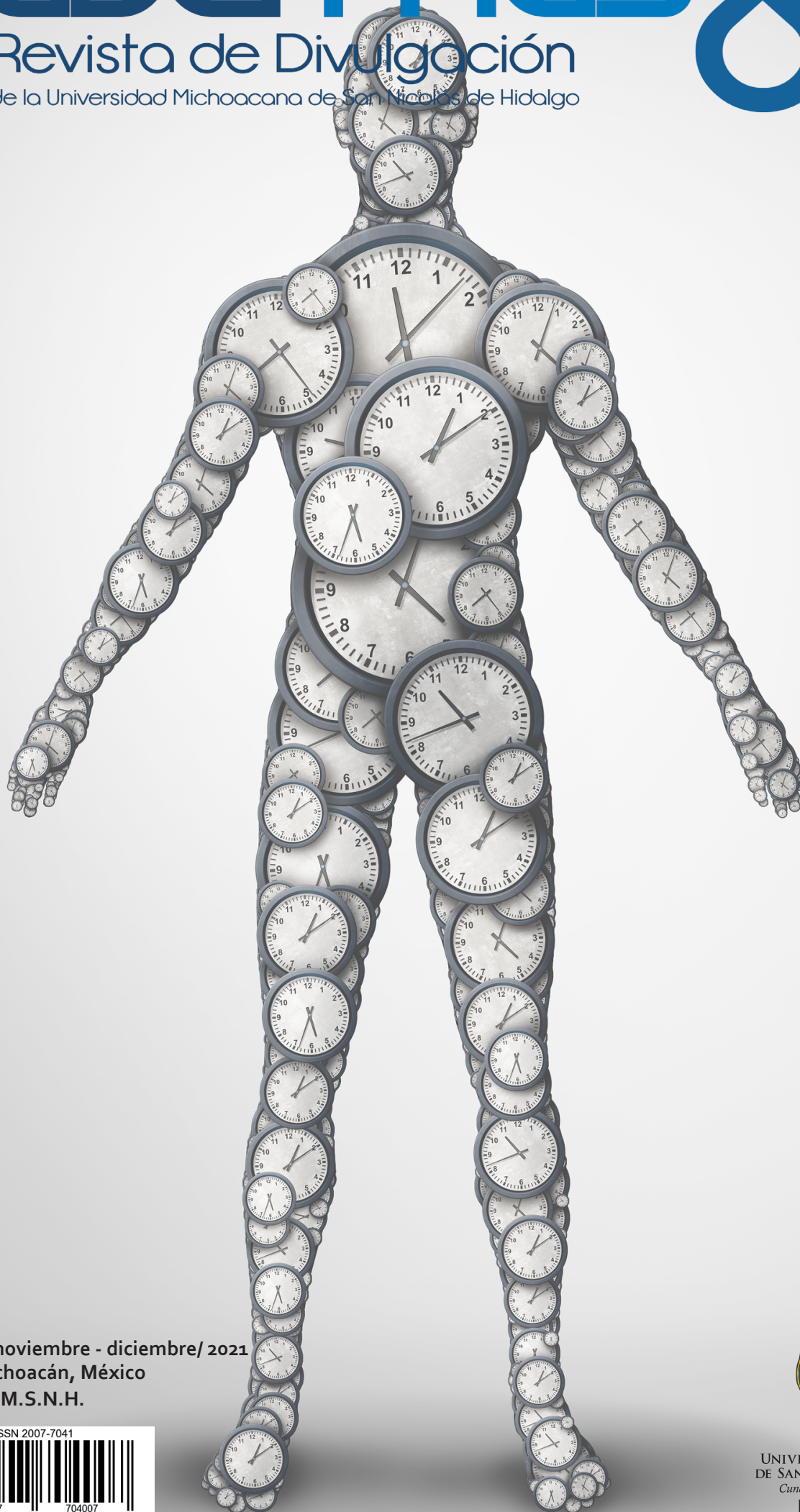


sabermás

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



Año 10 / No. 60 noviembre - diciembre/ 2021
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



El cáncer, cuando el reloj biológico falla

36

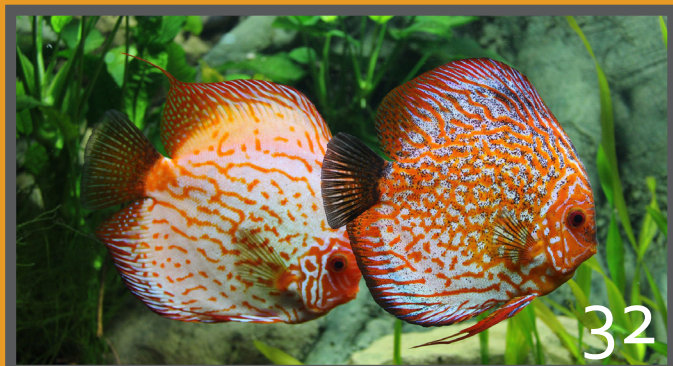
ARTÍCULOS	Al partir un aguacate en dos ¿se oxida?	14
	El ixtle en los tiempos del plástico	18
	Chapulines comestibles ¿Producción y sobreexplotación en Oaxaca?	25
	«La mujer dormida» que despertó la curiosidad por los artículos científicos y de divulgación	27
	El nitrógeno: Tan esencial como tóxico	32
	Los parásitos vampiros de aves	43
	Muerte o supervivencia: Infecciones que dejan huella	47
	Los insectos y el olor de la muerte	52
	La mirada de los infantes de Yunuén	57
	Fibrosis: Héroe o asesino silencioso	61
Redescubriendo el murciélago amarillo de Infiernillo	65	



14



22



32



47



57



65

ENTÉRATE

- Premios Nobel de Ciencia 2021 6
- Premios Nacional L'Oreal-UNESCO «Para Las Mujeres en la Ciencia» 7
- Premios Estatales de Ciencias Michoacán 2021 8

TECNOLOGÍA

- Nitrógeno en suelos agrícolas: Una estrategia ecológica 69

UNA PROBADA DE CIENCIA

- Los peligros de viajar en el tiempo 74

CIENCIA EN POCAS PALABRAS

- ¿ Qué hace un taxónomo? 77

LA CIENCIA EN EL CINE

- No mires arriba 81

EXPERIMENTA

- Envía un mensaje secreto con tinta invisible 87

INFOGRAFÍA

- Hongos comestibles 88



Entrevista a la Dra. Martina Medina Nava

Profesora - Investigadora Titular en la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

9

DIRECTORIO



Rector

Dr. Raúl Cárdenas Navarro

Secretario General

Mtro. Pedro Mata Vázquez

Secretario Académico

Dr. Orépani García Rodríguez

Secretaría 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 10, No. 60, noviembre - diciembre, es una publicación bimestral editada por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo a través de la Coordinación de la Investigación Científica, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316 74 36, sabermas.publicaciones@umich.mx, sabermasumich@gmail.com. Editor: Horacio Cano Camacho. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-072913143400-203, ISSN: 2007-7041, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, 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, 21 de diciembre de 2021.

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

Este es el último número de 2021, sin duda un año muy difícil para todos. Por estas fechas, en diciembre de 2019, China advirtió al mundo de una enfermedad respiratoria que se extendía como un brote epidémico en una de sus principales ciudades. Las autoridades sanitarias y los científicos de buena parte del mundo comenzaron a tomar previsiones ante lo que ya se anunciaba como la gran pandemia por un virus respiratorio de la que tanto se había hablado en tiempos anteriores. Sin embargo, nadie podía imaginar el tamaño de lo que se venía.

Es interesante que antes de la Covid, muy pocos entendían el valor “tangible” de la ciencia. Le explico. Resulta paradójico que la ciencia y en general los productos del conocimiento científico, están presentes en cada aspecto de nuestra vida, pero realmente no somos conscientes de ello. Tuvo que llegar una terrible emergencia para que el ciudadano común entendiera cuanto necesitamos de la ciencia.

Podemos decir, sin exagerar, que hemos sobrevivido a la pandemia y con todo el daño detrás, estamos ganando la batalla, gracias al conocimiento científico: en un mes se identificó al agente causal del síndrome respiratorio, se entendieron muchas de sus principales características y su ciclo de infección, se obtuvo su secuencia genómica, se diseñaron sistemas de diagnóstico altamente eficientes y un par de meses después, ya teníamos vacunas diseñadas y solo faltaba probarlas en ensayos clínicos, cosa que se realizó en unos cuantos meses más, de manera que en poco menos de un año, contábamos ya con el principal instrumento para contener la pandemia. Por estos días en que escribo, se anuncian ya los primeros medicamentos

específicos para tratar la enfermedad. Sorprendente, sin duda.

No ha sido fácil, aún estamos en emergencia y es posible que las nuevas variantes del virus nos mantengan muy ocupados un tiempo más, pero comienza a verse la salida y todo ello, nuevamente lo decimos, gracias al conocimiento científico. Sin embargo, no todo es optimismo, a los daños evidentes de la enfermedad, a las muertes y secuelas provocadas, le debemos sumar la resistencia de muchos sectores de la sociedad a este conocimiento generado. Esto nos habla de la necesidad de abonar más a la generación de una cultura científica en la sociedad, del reto de generar un nuevo modelo de comunicación pública de la ciencia que combata la desinformación, la manipulación y el “negacionismo”.

Contribuir a la formación y consolidación de una cultura científica en la sociedad es uno de los principales objetivos de *Saber Más*. En ello estamos empeñados. Este tema del Covid, sin duda es importante y en nuestra revista le hemos concedido una importancia capital y mucho, mucho espacio de nuestras páginas y tiempo de nuestros otros canales de divulgación, pero también hay otros temas de gran valor y no sólo por emergencia, sino para una comprensión cabal del mundo en que vivimos.

Este número de *Saber Más* es un reflejo del empeño de conectar a los investigadores con el público para mostrar ese poder del conocimiento del que hemos hablado líneas arriba. Saludos y que el año que se asoma, sea de verdadero triunfo sobre la adversidad y el inicio de una conciencia colectiva sobre el valor del conocimiento científico.

Dr. Horacio Cano Camacho
Editor



ENTÉRATE

Premios Nobel de Ciencia 2021



Fotografías: Niklas Elmehed © Nobel Prize Outreach.

El Premio Nobel es otorgado por la Fundación Nobel en Estocolmo, Suecia, desde 1901. El premio se instituyó como última voluntad de Alfred Nobel, inventor y empresario sueco. Actualmente, este galardón internacional reconoce las contribuciones notables en seis categorías: Física, Química, Fisiología o Medicina, Literatura, Paz y desde 1968, Sveriges Riksbank estableció el Premio Sveriges Riksbank en Ciencias Económicas en memoria de Alfred Nobel. Cada reconocimiento consiste en una medalla, un diploma personal y un premio en efectivo. Este año los laureados en ciencias fueron:

Syukuro Manabe, Klaus Hasselmann y Giorgio Parisi, ganadores del **Premio Nobel de Física** por haber sentado las bases para el conocimiento del clima de nuestro planeta y cómo la humanidad influye en él, así como por revolucionar la teoría de los materiales desordenados y los procesos aleatorios.

Benjamin List y David MacMillan, recibieron el **Premio Nobel de Química** por el desarrollo de

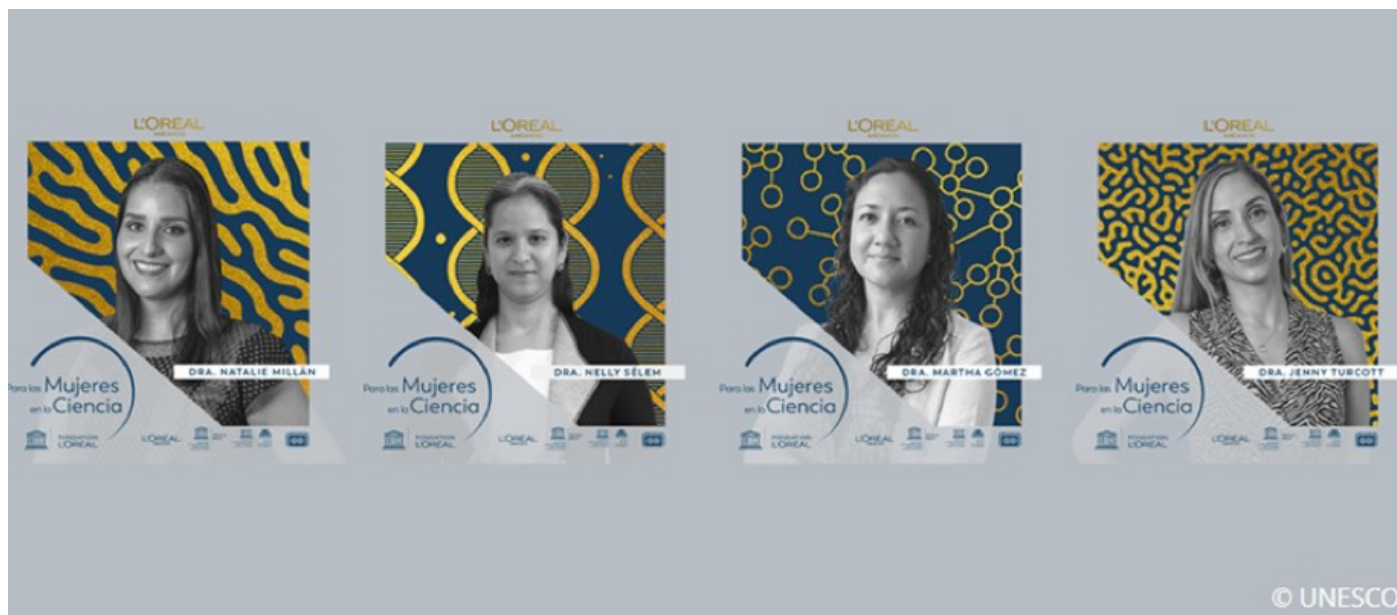
la organocatálisis asimétrica, investigaciones que han revolucionado la construcción de moléculas, la cual tiene un gran impacto en la investigación farmacéutica y ha hecho que la química sea más ecológica.

David Julius y Ardem Patapoutian, ganaron este año el **Premio Nobel de Fisiología o Medicina** por sus descubrimientos de los receptores para la temperatura y el tacto. Con sus investigaciones, encontraron las bases moleculares para detectar el calor, el frío y la fuerza mecánica, fundamentales para nuestra capacidad de sentir, interpretar e interactuar con nuestro entorno interno y externo.

David Card, Joshua Angrist y Guido Imbens, fueron los galardonados con el **Premio Nobel de Ciencias Económicas** por generar conocimiento sobre el mercado laboral y por las conclusiones sobre la causa y el efecto que se pueden extraer de los experimentos naturales. Su enfoque se ha extendido a otros campos y ha revolucionado la investigación empírica.

ENTÉRATE

Premios Nacional L'Oréal-UNESCO «Para Las Mujeres en la Ciencia»



Crédito imagen: UNESCO

L'Oréal-UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura), otorga este galardón junto con la Academia Mexicana de Ciencias y la CONALMEX (Comisión Mexicana de Cooperación) desde el 2001, y es considerado uno de los premios más importantes para la mujer en la ciencia en el mundo y en México. Este galardón fue fundado con el fin de reconocer y promover la participación de las mujeres mexicanas en la ciencia, primero en la categoría mayor Laureadas y por primera vez este año se instituyó la categoría Talentos Nacientes. Hasta ahora, se han reconocido a 78 científicas mexicanas, de las cuales 65 han sido a nivel nacional y 13 internacionalmente (siete Talentos Nacientes de la ciencia y seis en la máxima categoría Laureadas).

Las científicas ganadoras de este año en la categoría Laureadas son María Aracely Hernández Ramírez, de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, por realizar el proyecto «Nanocatalizadores heteroestructurados para la reducción fotocatalítica de CO₂», y María del Carmen Clapp Jiménez, del Instituto de Neurobiología de la Universidad Nacional Autónoma de México, con el proyecto «Análisis del potencial terapéutico de análogos de la vasoinhibina en mode-

los experimentales de cáncer, retinopatía diabética y artritis inflamatoria».

En la categoría Talentos Nacientes, se entregó el premio a cuatro investigadoras: Martha Gabriela Gómez Vasconcelos, del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, con el proyecto «Evaluación neotectónica de fallas activas y contribuciones al peligro sísmico en Morelia, Michoacán»; Jenny Georgina Turcott Chaparro, del Instituto Nacional de Cancerología, con su proyecto «Efecto de la nabilona sobre la atenuación de la anorexia, el estado nutricional y la calidad de vida en pacientes con anorexia asociada a cáncer de pulmón avanzado, ensayo clínico aleatorizado doble ciego»; Natalie Millán Aguiñaga, de la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California por el proyecto «Potencial genómico y farmacológico de actinobacterias aisladas de sedimentos de la Reserva de la Biosfera Laguna Ojo de Liebre, México»; y Nelly Sélem Mojica, del Centro de Ciencias Matemáticas de la Universidad Nacional Autónoma de México por el proyecto «Big Data en (meta)-genómica para identificar patrones en genomas y metagenomas microbianos».

ENTÉRATE

Premios Estatales de Ciencias Michoacán 2021



En el mes de octubre, el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Michoacán, entregó los Premios Estatales de Ciencias en las categorías de Ciencias, Divulgación Científica, Labor Científica con Perspectiva de Género, Tecnología e Innovación y Vinculación, en el marco del 16 Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología e Innovación y el décimo Encuentro de Jóvenes Investigadores de Michoacán, realizado del 20 al 22 de octubre en las instalaciones del Instituto Tecnológico Nacional de México (TecNM), Campus Morelia.

El doctor en Física Espacial Juan Américo González Esparza, del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México, recibió el máximo galardón, el Premio Estatal de Ciencia 2021. El doctor González Esparza es responsable del Observatorio de Centelleo Interplanetario de Coeneo, Michoacán (MEXART), fundador de la Unidad Michoacán del Instituto de Geofísica (IGUM) de

la UNAM, fundador del Servicio de Clima Espacial Mexicano (SCIESMEX) y responsable técnico del Laboratorio Nacional de Clima Espacial (LANCE).

La doctora en Ciencias Biológicas, Martina Medina Nava, fue merecedora del Premio Estatal de Ciencia en Divulgación Científica. La doctora Medina Nava es profesora e investigadora de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; el Premio a la Labor Científica con Perspectiva de Género fue otorgado a la doctora Ana María Méndez Puga, de la Facultad de Psicología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; el Premio Estatal de Tecnología e Innovación lo recibió la doctora en Ciencias Rosa Elvira Núñez Anita de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; y el Premio Estatal de Vinculación fue otorgado a Sergio Mendoza González, representante legal de la empresa SIEMSA.

ENTREVISTA

Dra. Martina Medina Nava

Por: Horacio Cano Camacho



La Dra. Martina Medina Nava es Profesora-Investigadora en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, adscrita a la Facultad de Biología. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores Nivel I.

Martina es bióloga por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y Maestra en Ciencias y Doctora en Ciencias Biológicas por la misma UMSNH. Sus líneas de investigación son la ictiología y la biología acuática. Cuenta con diversas publicaciones internacionales en revistas indexadas. Entre sus reconocimientos se encuentran el Premio Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021, en la categoría de Divulgación de la Ciencia por el estado de Michoacán.

Hola Dra. Gracias por aceptar esta charla con Saber más.

Usted trabaja en el área de Ictiología, que no deja de sonar a algo muy complejo y nuevo. ¿Podría explicarnos brevemente de qué se trata?

La ictiología es el estudio de los peces, Ictios o ichthys que significa pez en latín, logos tratado. Por lo tanto, los ictiólogos somos aquellos especialistas que utilizamos a los peces como modelo de estudio. De ahí se deriva diversas líneas de investigación, desde saber cuáles y cuántas son las especies. Su estructura genética, sus tejidos, donde se distribuyen, entender el por qué han disminuido sus poblaciones, una gama muy amplia de investigación y trabajo en torno a ellos.



Indudablemente, el estudio de la biología acuática tiene implicaciones muy complejas sobre el ambiente, incluso en la salud y la alimentación humana y desde luego, la conservación ¿cómo llegó a esta área?

Exacto, yo trabajo en el grupo de investigación de Biología Acuática. Debido a que el estudio de los peces debe ser multidisciplinario, requerimos del aporte de varias disciplinas para entender por ejemplo como afectan la calidad y cantidad de agua en un sistema acuático. De ahí que trabajamos con calidad del agua, con los limnólogos, con los geohidrólogos, ecólogos, parasitólogos entre otros. Ya que como bien se menciona los problemas o las respuestas que buscamos a una problemática ligada a los peces tiene que ver con todo el sistema acuático y eso es complejo.

De igual forma los peces han sido una fuente de alimento para la humanidad, por lo tanto, los estudios sobre pesquerías, acuicultura han aportado conocimiento a fin de lograr una pesca sustentable. Pero todo esto está ligado a los esfuerzos de conservación, los peces son el grupo de vertebrados

acuáticos que tiene una mayor tasa de extinción. México no es la excepción ya que nuestros cuerpos de agua al menos el 90% están contaminados, también se ha modificado fuertemente el hábitat de las especies de peces, en mayor medida en los sistemas de agua dulce. Por lo que ahora estamos realizando esfuerzos multidisciplinarios, y donde se involucra a las personas a los usuarios de los recursos. ¿Cómo llegué a esta área? Porque me gustó desde que entré a la carrera: saber más de este grupo, saber dónde se distribuyen, cómo los estamos afectando. Tiene que ver mi respuesta por el gusto de la familia por el consumo de los peces, mi papá era "ictiófago", es decir comía pescado todos los días y mi madre me enseñó a limpiarlos, sacar sus intestinos, las gónadas y todos sus órganos internos. Entonces fueron surgiendo las preguntas y mi trabajo de investigación me ha permitido ir contestando algunas de ellas.

Nuestra relación con los cuerpos de agua no ha resultado del todo amable, podemos ver procesos de degradación muy serios, ¿qué ha pasado

para estar en esta situación?

Tenemos la idea de que el agua es un recurso inagotable y eso no es así ¡Esa percepción ha llevado a un uso indiscriminado del agua, a utilizar los ríos y lagos como desagüe de todo tipo de desecho, doméstico, industrial, agrícola, pecuario! Todo lo que usamos en el día a día, desde que nos bañamos, hacemos limpieza de la casa, etc., va a dar a un cuerpo de agua. Nos olvidamos que ahí vive una gran biodiversidad de organismos, como los peces, que son muy evidentes. Pero otras comunidades acuáticas como algas, macroinvertebrados (entre otros organismos) constituyen su alimento y por lo tanto afectamos las cadenas tróficas.

Se ha degradado la calidad de agua, hemos utilizado para fines de abastecimiento los manantiales, los ríos, los lagos, ahí donde antes vivían especies endémicas (únicas en el mundo) de peces, las represamos, les ponemos concreto, arrasamos con la vegetación nativa, los convertimos en balnearios donde ahora las paredes ya no son de piedra natural, les ponemos "piso" y azulejos para el deleite de los turistas. Yo utilizo a los peces como "bioindicadores" de la calidad ambiental de los sistemas acuá-

ticos y al aplicar los datos de la comunidad de peces (indicadores), en la gran mayoría de los cuerpos de agua del centro de México nos "indican" una gran degradación y pérdida de procesos y funciones de estos ecosistemas, por lo tanto, estamos perdiendo servicios ecosistémicos, el sustento que nos da la biodiversidad íctica y el resto de las comunidades acuáticas.

¿Considera que la población no se ha involucrada en el manejo y cuidado adecuado de los ríos, lagos, humedales y otros cuerpos de agua? Y si es así, cuáles podrían ser las razones.

Eso es un aspecto clave, que se involucre a la sociedad. No, no se ha involucrado a las personas. Son contados los ejemplos donde se están involucrando. ¿Razones? principalmente la gente de las ciudades grandes y medianas no hemos valorado de donde viene el agua que llega a nuestras casas, de donde llega el pescado blanco, las tilapias, los charales. En México es importante considerar los usos consuntivos, es decir a que se le da prioridad a la hora de repartir el agua. Lo primero es el consumo humano, la agricultura, la ganadería etc. y en





la legislación por último se contempla para mantenimiento de la biodiversidad. Ante esta circunstancia de visión respecto del uso del agua es una gran lucha que tenemos para asegurar el agua mínima que se requiere para sostener una población viable de peces. Nos falta conocer y saber de dónde llegan nuestros recursos a la casa ¡no lo valoramos! No hemos logrado que la población entienda que se requiere un cambio en la idea de los recursos que provee la biodiversidad acuática y que de no involucrarse en acciones de conservación, no se podrá asegurar la sostenibilidad de las ciudades.

Usted se ha involucrado desde hace mucho tiempo en labores de comunicación pública de la ciencia y divulgación entre la población, ¿podría ser este un camino para consolidar la participación social en el cuidado de la biología y el estado de los cuerpos de agua?

Indudablemente, ya que las herramientas y procesos que implica la divulgación y comunicación de la ciencia, permite que llegue a todo el público

la información científica. Se ha reconocido por diferentes organismos internacionales y nacionales que los proyectos de conservación deben de contemplar actividades de divulgación y biomonitorio ciudadano. Esto lo hemos llevado a cabo como parte de las acciones para reintroducir una especie de pez a un río, en Teuchitlán Jalisco.

Sin embargo (y en la pandemia se ha hecho muy evidente), nos inundan las falsas noticias y pseudociencia que deben ser desenmascaradas con datos científicos. Hacen falta divulgadores, aunque ya se pueden encontrar en redes sociales muchos ejemplos de gente haciendo divulgación en diferentes formatos.

Y hablando de Divulgación, ¿cómo se involucró en esta actividad? ¿cómo la armoniza con su labor de docente e investigadora?

Una actividad me llevó a reconocer la otra. En el trabajo que he desarrollado en los sistemas acuáticos, siempre estamos cercanos a la gente, con los pescadores, con los niños que se acercan a pregun-

tar qué hacemos, el porqué lo hacemos. Entonces la respuesta no era sencilla, no puedo utilizar el mismo lenguaje que con mis pares. Me di cuenta de otras formas de expresar y hacer llegar esa información, que la gente siguiera preguntando. Me fui involucrado con el grupo de mis tesis en actividades de divulgación. Me he capacitado y buscado herramientas que ayuden a hacer llegar ese conocimiento a mayor número de personas.

Recientemente recibió el Premio Estatal de Divulgación, ¿cómo se siente al respecto? ¿considera importante que se reconozca esta labor, a la par de la investigación misma?

Me siento muy contenta, valorada, visibilizada en la función que tiene la Comunicación de la Ciencia. Que se reconozca esta labor porque es fomentar, expandir, robustecer este trabajo tan necesario en estos tiempos de crisis ambiental y pandemias.

Si le pidiéramos un “mensaje” a sus colegas y en particular a los estudiantes como futuros investigadores respecto a la divulgación, ¿qué les diría?

Que todos deberíamos de buscar que sea parte de nuestras actividades. Que para que nuestro

quehacer científico de verdad responda al ¿para qué? La divulgación debe llegar a la sociedad, en todos los niveles. Que la ciencia sea parte de la cultura de cualquier ciudadano.

Finalmente, ¿deberíamos comenzar a estudiar la biología acuática, así como se habla de otros aspectos de la ecología, digamos en la educación básica?

Es necesario, somos un planeta de agua, con miles de especies acuáticas, incluidos nosotros que dependemos de ella. Si no conocemos lo que tenemos no lo valoramos y educar a los niños en la ciencia, que la cultura científica sea parte de su día a día es primordial.

Algo que quiera agregar, usted es egresada de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo como bióloga, ¿algún mensaje para los y las jóvenes?

Si, que no olviden que nuestra institución sigue siendo de punta, su calidad académica es de vanguardia. En cuanto al estudio de la Biología nos da una visión que nos permite estar comprometidos con mejorar nuestro entorno, una búsqueda hacia un bienestar y calidad de vida, al saber manejar y conservar nuestra biodiversidad.



ARTÍCULO

Al partir un aguacate en dos ¿se oxida?

José Gonzalo García Gutiérrez y Yolanda Ruíz Suárez



José Gonzalo García Gutiérrez. Estudiante del Programa de Maestría en Agrobiotecnología del Instituto Tecnológico Superior de Los Reyes, Los Reyes, Michoacán.

jose_17garcia@outlook.com

Yolanda Ruíz Suárez. Profesor-Investigador del Instituto Tecnológico Superior de Los Reyes, Los Reyes, Michoacán.

ing_yruiz@hotmail.com

Es común observar que cuando partimos un fruto de aguacate, este toma un color oscuro después de algunos minutos, y sí, quizás lo primero que se nos ocurre pensar es que «se oxida», pero ¿Realmente es así? Y lo más interesante, ¿sabes cómo evitarlo? Sigue leyendo para que te enteres de lo que verdaderamente ocurre.

Este fenómeno no es exclusivo de los frutos de aguacate, ya que también lo podemos observar en los plátanos, peras, duraznos y manzanas, entre los más comunes, así como en algunas verduras como papas o patatas. Sin embargo, hay otros frutos en los que no sucede, como es el caso de los cítricos (limones y naranjas, principalmente).

¿Por qué ocurre ese cambio en la coloración de los frutos?

Al partir un fruto de aguacate en dos, cuando se golpea, o bien, está muy maduro, vemos ese cambio de color, de verde a café oscuro, debido principalmente a que las células expuestas al daño se rompen y pierden su contenido celular. En este se encuentran restos de membranas y las biomoléculas que la componen, pero nos enfocaremos a ciertas enzimas que son las protagonistas de hoy: **las polifenoloxidasas.**

Pero, primero te explicamos de forma sencilla **qué es una enzima.** Una enzima es una **molécula proteica que tiene la función de hacer que las reacciones bioquímicas sean más rápidas**, es decir, actúan como catalizadores (aceleradores) de dichas reacciones. Así, cada enzima actúa (actividad enzimática) sobre un determinado compuesto (sustrato) para dar como resultado otro compuesto (producto).

Ahora bien, cuando partimos un fruto de aguacate, dañamos o matamos sus células y las polifenoloxidasas que estaban encerradas en un orgá-

nulo celular —concretamente en los cloroplastos—, entran en acción interaccionando con su sustrato que estaba encerrado en otra estructura celular como las vacuolas. Con esto se responde a una de las preguntas, el cambio de color ocurre por un proceso de oxidación.

El daño es lo que causa la oxidación

La ruptura celular desencadena el comienzo del proceso: las **polifenoloxidasas provocan la oxidación** de unos compuestos incoloros llamados **polifenoles**, que son el sustrato de estas enzimas, para transformarlos en otros llamados **quinonas** que también son incoloras, pero estas pueden reaccionar con otras sustancias para dar lugar a compuestos coloreados.

Finalmente, las quinonas se reagrupan, sufren otra oxidación y se transforman en un compuesto de color pardo llamado **melanina**, que es el responsable de ese color oscuro del aguacate partido, entre otros pigmentos. En plantas, este pigmento pertenece al grupo de las alomelaninas o melaninas DHN. Por cierto, la melanina es el pig-





mento responsable de que nuestra piel se ponga morena al exponernos a la luz del sol.

Un cambio de color poco agradable

Este proceso de oscurecimiento en ciertos frutos como en el de aguacate, recibe el nombre de **pardeamiento enzimático** porque intervienen las polifenoloxidasas que provocan un color pardo en el alimento. Como puedes imaginar, el hecho de que algunos alimentos adquieran este color, supone un inconveniente para la industria alimentaria, ya que a nadie le gusta comprar fruta con ese aspecto; además, el valor nutricional del producto disminuye ligeramente. Por estos motivos, se emplean métodos para evitar que el proceso tenga lugar en ciertos frutos o en sus productos, como en aquellos que se comercializan listos para comerse o cocinarse.

¿Cómo evitar este oscurecimiento?

Existen varios métodos para impedir que se lleve a cabo la oxidación de frutas y verduras después de cortarlas. Algunos de ellos los podemos poner en práctica en casa, de hecho, mucha gente ya lo hace sin saber muy bien por qué.

Ya mencionamos que en el proceso intervienen las polifenoloxidasas, que actúan sobre un sustrato, provocando su oxidación, así que podemos interferir el proceso de estos tres factores o sobre alguno de ellos para evitar que ocurra el oscurecimiento. A continuación, describimos algunos de los métodos comunes para evitar el pardeamiento de los frutos:

Tratamiento térmico

Consiste en calentar el alimento para inactivar el conjunto de enzimas polifenoloxidasas e impedir que actúen. De hecho, no solo inactivamos estas enzimas, sino todas las enzimas presentes en el alimento. Esta es la principal razón por la cual se escaldan o blanquean algunos frutos y verduras antes de proceder a su conservación, sumergiéndolos durante unos segundos en agua hirviendo.

Adición de ácidos

Si utilizamos un ácido después de partir un fruto como el aguacate, el pH desciende y provoca que las polifenoloxidasas no actúen. Este cambio de pH también causa la transformación de los sustratos por lo que se evita el pardeamiento. Ahora

entendemos claramente porqué la necesidad de poner zumo de limón sobre un rico aguacate partido en dos, este retarda el oscurecimiento debido a que el ácido cítrico y ácido ascórbico son responsables de bajar el pH e impiden que las polifenoloxidasas actúen.

Eliminación del oxígeno

Para impedir la oxidación del sustrato por parte de la enzima, podemos eliminar el oxígeno, o al menos parte de él. Esto también lo hacemos cotidianamente en nuestra cocina, cuando sumergimos en agua algunas frutas partidas como manzanas, o bien patatas una vez peladas y troceadas. Con ello se impide un alto contacto del oxígeno atmosférico con los alimentos cortados. Si no lo hacemos, ocurriría el pardeamiento ya mencionado. A nivel industrial, este procedimiento se realiza con el enva-



sado al vacío o en atmósferas que protegen de la oxidación.

Adición de sal

La adición de sal de mesa (cloruro de sodio) —en una concentración determinada— también inhibe o retrasa el pardeamiento enzimático. Este método generalmente se usa en algunas verduras como las patatas, pero como puedes imaginar, en los frutos tendríamos un problema en el sabor.

Después de enumerar estos métodos, también aprendimos por qué muchos de los cítricos no se oscurecen, una de ellas ya la hemos mencionado: el contenido de ácido cítrico y ácido ascórbico mantienen un pH bajo y además poseen actividad antioxidante, evitando la actividad de las polifenoloxidasas y la reacción ante el oxígeno.

Debes tener en cuenta que el pardeamiento enzimático, tan indeseable en algunos frutos como los que hemos visto hasta ahora, es deseable que ocurra en otros, por ejemplo, en el cacao, té, dátiles o pasas, ya que de este modo es que adquieren su color característico, incluso hasta su sabor.



Arteaga-Miñano H.L. y Hawmann-Díaz D.J. (2014). «Efecto del tiempo de tratamiento con ultrasonido y concentración de ácido cítrico y sal (NaCl) sobre la actividad de la polifenoloxidasas en Pulpa de Palta (*Persea americana* Mill. var. Hass)». *Tecnología y Desarrollo*, 12(1), 51-58. <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/RTD/article/view/691/537>

Mendoza-Gómez V., Calderón-Santoyo M., Bautista-Rosales P.U., Ortiz-Basurto R.I., Jiménez-Sánchez D.E. y Ragazzo-Sánchez J.A. (2017). «Agentes anti-par-

deamiento añadidos en un recubrimiento de polímeros para rebanadas de aguacate». *Interciencia*, 42(12), 812-817. <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/12/812-RAGAZZO-42-12.pdf>

Hernández M. y Briseño B. (2009). «Evaluación del pardeamiento enzimático durante el almacenamiento en congelación del puré de palta (*Persea americana* Mill.) Cv. Hass». *Anales Científicos UNALM*, (70)4, 24-25. <https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/537/527>

ARTÍCULO

El ixtle en los tiempos del plástico

Libertad Arredondo Amezcua



Fotografía: Libertad Arredondo Amezcua

Libertad Arredondo Amezcua. Investigadora independiente. Pátzcuaro, Michoacán, México.

l.arredondo@yahoo.com.mx

Una escoba, el plástico y la vida

Una vecina barre la calle cada mañana y usa una escoba hecha de ramas que parece de bruja. El otro día que salí temprano de casa me encontré con ella y platicando sobre su escoba, me contó que antes no se veían las escobas de plástico. Y es que hace apenas 40 años, conseguir una bolsa o un envase de plástico era difícil. En México, el «bum» de la **producción y consumo de productos plásticos** ocurrió apenas en la década de los **80**, hasta entonces, se utilizaban los estropajos de

hebras de ixtle, las bolsas de mandado, las botellas de cristal retornable para la leche y los refrescos y los cucuruchos de periódico para frijoles, chiles y huevos.

Hoy vivimos bajo una marea plástica que contamina suelo, ríos, mares y seres vivos hasta en el rincón más lejano del planeta. **La basura plástica que tiramos finalmente regresa a nosotros**, nosotras, en forma de micro-plásticos en lo que comemos y termina contaminando nuestro cuerpo. Hablando de basura, mi vecina y yo miramos lo que barrió en la calle con su escoba: ¡Plásticos y más plásticos! ¿Cómo llegamos a esto? ¿Hay alternativas o estamos irremediablemente destinados, destinadas, a vivir en medio de esta polución? Ambas nos preguntamos.

Fibras vegetales con posibilidades

Hablando de materiales olvidados, recordé que, de niña, en mi casa se usaban los estropajos de ixtle tanto para lavar los trastes como para bañarnos. Existen varios magueyes mexicanos como el ixtlero amarillo del sur de Jalisco, el henequenero de Yucatán o el lechuguilla del centro-norte del país, que producen fibras de gran calidad conocidas como ixtle, henequén, pita o sisal. Además de los estropajos, **el ixtle tiene usos muy diversos**,

como la fabricación de bolsas, escobas y escobetillas, sombreros, sandalias, alfombras, costales, cuerda, brochas y cepillos, y por su alta resistencia, ¡incluso se usa como parte del sistema de sostén en elevadores! En su producción, los desperdicios del maguey tienen potencial para la generación de electricidad.

México fue pionero en la producción y exportación de estas fibras entre finales del siglo XIX y la primera mitad del siglo XX, pero a mediados del siglo pasado la entrada del plástico al mercado y la falta de apoyo gubernamental provocó la caída de la producción y otros países como Brasil, Tanzania y China entraron al mercado mundial suplantando la producción mexicana.

En la actualidad, un importante mercado mundial de más de 160 000 toneladas de fibras de maguey es cubierto principalmente por Brasil, Tanzania, Kenia, Madagascar y China. Incluso México importa anualmente a Brasil al menos cinco mil toneladas de fibra. La producción mundial de fibras usa magueyes mexicanos cultivados en grandes monocultivos que han promovido la deforestación y pérdida de biodiversidad en países megadiversos como Madagascar y Brasil. Mientras tanto **en México**, cuna de estos cultivos, donde existe conocimiento ancestral de su uso sustentable, **estas fibras no se promueven**.

*De un gran montón de animales
que a la planta de mezcal visitan,
a dos muy particulares
estas rimas se dedican.*

*El uno es pequeño y viscoso,
y vive dentro del maguey.
En tacos es delicioso,
y entre insectos comestibles,
este gusano es el rey.*

*El otro es nocturno y alado
y mucha gente le teme.
Al pobre lo han mal juzgado,
ya que hace un trabajo especial
polinizando el mezcal*

*En una historia enlazados
estos dos bichos están,
sin mezcal no hay chinicuil
ni sin murcielago mezcal.*

Libertad Arredondo Amezcua



Fotografía: Adolfo López Magaña

De magueyes y bichos

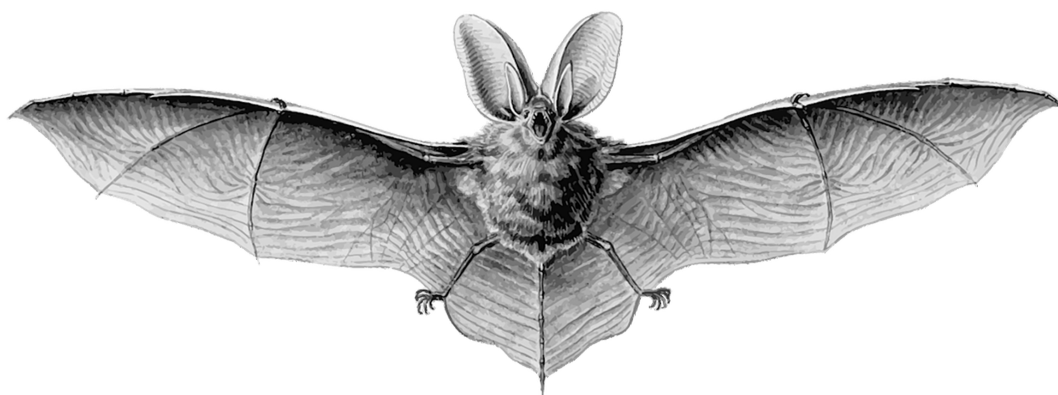
Los agaves o mezcales solo se encuentran de manera natural en el continente americano y la mayor diversidad ocurre en México, donde hay **159 especies descritas hasta ahora**, de las que el 80 % son exclusivas del territorio mexicano. Los magueyes habitan desde el nivel del mar hasta los 3 500 metros de altitud aproximadamente, principalmente en zonas áridas, pero también en selvas y bosques templados.

Tanto en los cultivos como en los ecosistemas naturales, **los magueyes juegan un papel importante para la conservación de la biodiversidad**: su floración masiva es fuente de alimento de una gran variedad de animales como murciélagos, colibríes, palomillas, mariposas y abejas de diversos tipos que polinizan sus flores y consumen su néctar. Además, son casa de una gran cantidad de seres vivos como insectos, arañas, escorpiones, lagartijas, ratones, tlacuaches, conejos, culebras, entre otros.

Amigos añejos

El manejo tradicional del maguey es muy antiguo, ya que desde el 10 500 antes del presente,





los grupos humanos que venían migrando desde el norte del continente ya consumían sus raíces, hojas y quiote asados. Se han encontrado tejidos de ixtle que datan de hace nueve mil años y la producción de vino mezcal es una tradición de al menos tres mil quinientos años. Su cultivo en combinación con la milpa, también llamado «**metepantle**», es un sistema agroforestal que provee a campesinos y campesinas diversos recursos y todos los nutrientes necesarios para vivir bien: el maíz aporta los carbohidratos que dan energía; la calabaza y los quelites dan vitaminas; el frijol, los insectos comestibles y el pulque que se produce del maguey, dan las proteínas que nuestro cuerpo requiere.

Asimismo, este cultivo ancestral favorece la conservación de la biodiversidad, ya que la gran variedad de plantas que nos da la milpa tiene asociada una diversidad de bichos que las polinizan y

habitan. Específicamente del maguey se obtiene alimento, miel, bebida, medicina, combustible, fibras, abono y material para construcción... ¡Por algo se le bautizó como «el árbol de las maravillas»!

El futuro nos alcanza

En un tiempo donde la destrucción ambiental amenaza la vida en el planeta y las oportunidades de trabajo escasean, **nuestra diversidad biológica y cultural son claves para subsistir**. Los magueyes son un buen ejemplo de las posibilidades que nos ofrece nuestra herencia biocultural, entre estos, los ixtleros tienen un potencial olvidado y la producción de su fibra vegetal con numerosos usos, tiene un mercado creciente de consumidores buscando materiales alternativos al dañino plástico.



Aldana-Yáñez D. (productor) y Aldana-Yáñez P. (director). (2015). «La dieta mesoamericana: Orígenes» [Documental]. México, UNAM/CICY. <https://www.youtube.com/watch?v=99cpgaezn4g&t=48s>

Flores M. (productora y directora general) y Juárez R. (director). (2017). «El murciélago y el agave» [Docu-

mental]. México, Fundación UNAM. <https://www.youtube.com/watch?v=hsCnBQMYpGQ&t=2371s>

García-Mendoza A. J. (2007). «Los agaves de México». *Ciencias*, 87, 14-23. <https://www.redalyc.org/pdf/644/64408704.pdf>

ARTÍCULO

Chapulines comestibles: Tradición y sobreexplotación en Oaxaca

Jazmín Villanueva Acatitlán



Jazmín Villanueva Acatitlán. Estudiante de Licenciatura en Biología en la Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Oaxaca.
bio.jazz@outlook.com

Los insectos son el grupo de animales terrestres más amplio en el planeta y se encuentran en todos los ecosistemas, tanto continentales como dulceacuícolas. Su existencia data de 350 millones de años. Son dominantes desde el punto de vista numérico, es decir, existe un gran número de especies; asimismo, son dominantes en biomasa, ya que los podemos encontrar en abundancia en determinadas zonas.

Además de la importancia ecológica, **muchos insectos son considerados de relevancia alimenticia**, ya que son parte de la dieta en varias regiones del mundo y nuestro país no es la excepción.

Dentro de los insectos comestibles en México tenemos a los chapulines, artrópodos pertenecientes a la clase Insecta y al orden Ortoptera, cuyo nombre deriva del griego y significa 'alas rectas'. Su nombre común proviene del náhuatl *chapulín* que significa 'insecto que rebota como pelota de hule'. **Se han descrito trece mil especies en todo el mundo, de las cuales 920 se han descrito en México.**

Conociendo a los chapulines

Morfológicamente pueden ser grandes, medianos, e incluso de tamaño muy pequeño. La cabeza forma un ángulo recto con el eje del cuerpo, presentan la boca dirigida hacia abajo, con antenas medianamente largas. Tienen estructuras oculares diferentes a la de nosotros los humanos, ya que pueden tener dos órganos visuales: **ojos simples también llamados «ocelos»**, que les permite una visión rudimentaria o casi nula, pues solo son capaces de percibir luz, pero no proyectan una imagen como la nuestra; y **ojos grandes compuestos**, es decir, órganos sensoriales más complejos a través de los cuales pueden tener una visión más precisa, donde se aprecian los colores y forma de los objetos. Cabe destacar que **ambas estructuras visuales pueden estar presentes en un mismo individuo.**

La forma del aparato bucal varía entre los insectos, en el caso de los chapulines, poseen un **aparato bucal de tipo masticador**, es decir, que sus mandíbulas son muy fuertes y aptas para cortar y triturar el alimento, como hojas y tallos.

El tercer par de patas está especializado para el salto, es por eso que los chapulines hacen saltos muy grandes y con base en esta característica es más fácil reconocerlos, también usan sus patas para producir sonidos. **Tienen dos pares de alas** que pueden ser muy reducidas e incluso ausentes, el primer par es de consistencia coriácea o endurecida (tegminas) y el segundo par, que se encuentra detrás de las antes mencionadas, es de consistencia membranosa o delicada.

¿Dónde viven?

Los chapulines generalmente se distribuyen en zonas cálidas donde hay arbustos o hierbas bajas como pastizales, praderas o zonas de cultivo; son de hábitos diurnos, pero algunos pueden ser nocturnos; su dieta es variada ya que pueden alimentarse de hojas, tallos o frutos. En algunos lugares los chapulines **son considerados plagas** y pueden dañar gravemente los cultivos, pero en otras zonas **son fuente de alimento**, como en Oaxaca. Pero,





tienen importancia ecológica ya que **son parte de la dieta de otros animales, son bioindicadores** porque son susceptibles a cambios en el ambiente y son **controladores** de plagas.

Una tradición ancestral con aporte nutricional

La tradición surge desde la época prehispánica, y **en México, desde tiempos remotos se han consumido gran variedad de insectos**, siendo los estados de Oaxaca, Veracruz, Morelos y Guerrero los que conservan dichas tradiciones. En Oaxaca, se continúa con la tradición de preparar chapulines marinados en jugo de limón con sal o con chile. Generalmente, son consumidos por los diversos grupos étnicos presentes en el estado, entre los cuales destacan los zapotecos, mixtecos, chatinos, mixes, chontales, triquis y nahuas, por mencionar algunos.

¿Alguna vez has probado los chapulines? ¿Te puedes imaginar su sabor y textura al paladar? El gusto por comer insectos y arácnidos, o artrópodos en general, es denominado **entomofagia**. Para los oaxaqueños, los insectos, pero en particular los chapulines, representan un gran valor gastronómico y nutricional, y en la actualidad, su consumo es más notorio. Sin embargo, aún se concibe la idea como algo desagradable y de mal gusto, pero basta probarlos en alguna de sus presentaciones para darnos cuenta que tienen un sabor increíble y funcionan muy bien como guarnición o como parte de

la dieta. Estos se consumen tanto en estado de ninfa como adultos.

Entre las especies comestibles de chapulines encontramos a *Sphenarium purpurascens*, *Sphenarium magnum*, *Sphenarium histrio*, *Melanoplus ferrugineum* y *Melanoplus mexicanus*.

Los chapulines aportan nutrientes como proteínas, calcio, hierro, niacina, riboflavina y fósforo, por lo que **se consideran un alimento con alto aporte nutricional** y, por lo tanto, poseen un gran valor. Ello les confiere una alternativa para la alimentación en las comunidades rurales de México que sufren de carencias alimenticias. Por otro lado, se les ha considerado como «el alimento del futuro».

Sobreexplotación del recurso ¿Qué hacer al respecto?

No obstante, esta tradición gastronómica milenaria podría tener graves repercusiones, ya que debido a la colecta desmedida de dichos insectos y sin el conocimiento de la especie, podríamos alterar su ciclo biológico, causando un desequilibrio ecológico. Ya sabemos que los chapulines son muy ricos, pero **existe el problema de la sobreexplotación**, debido a que **la demanda de estos insectos se ha incrementado significativamente**, ya sea por el autoconsumo, ingreso económico y la inexistente reglamentación sobre el uso y comercialización de

los mismos. Es común que en las comunidades indígenas o las etnias de las regiones de Oaxaca, sean las principales en utilizar a los chapulines como alimento y como fuente de ingresos. No obstante, hay ocasiones en que los chapulines son comprados por personas intermediarias que revenden el producto a precios exorbitantes en las grandes ciudades, mientras que a los indígenas les pagan una cantidad mínima por ellos.

Además, si los chapulines son colectados en campos de cultivo, están expuestos a los químicos sintéticos como plaguicidas y fertilizantes que se aplican, conteniendo contaminantes, algunos considerados tóxicos para el consumo humano. En este sentido, es importante buscar alternativas que aseguren la colecta, producción o cría de los chapulines, con medidas sanitarias estrictas para evitar daños a la salud de los consumidores.

La recolección de chapulines generalmente se hace durante las estaciones de primavera y verano, cuando hay mayor diversidad y abundancia. Un factor importante durante la recolecta, es que se capturan tanto individuos jóvenes como adultos, por lo que las poblaciones tienden a disminuir, ya que no se permite un óptimo ciclo de reproducción.

Debido a la falta de una legislación para regular la explotación, producción y comercialización de

chapulines, **es de suma importancia la creación de una ley que avale y sustente su uso**, para fomentar el aprovechamiento, producción, conservación e inocuidad adecuados. Para ello, es importante tener un conocimiento completo de la especie como su función ecológica, hábitos, hábitat y, sobre todo, su ciclo biológico, para determinar los tiempos y la cantidad de colecta, o bien, cómo producirlos bajo condiciones óptimas.

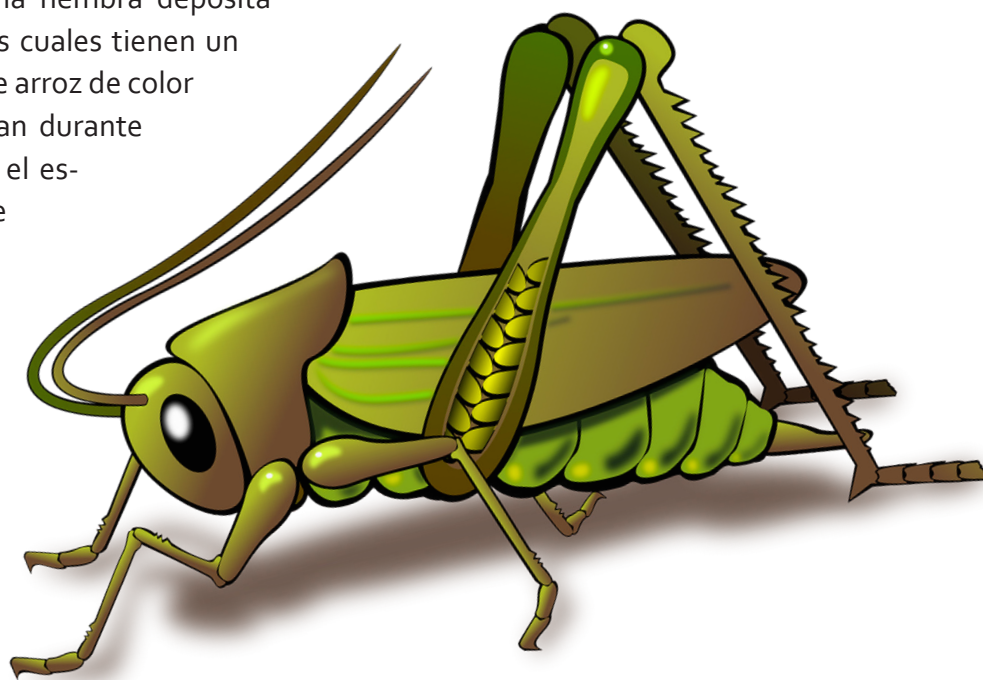
Ciclo de vida

Los chapulines son ovíparos. Desde que nacen, son muy parecidos a los chapulines adultos o grandes, pero en pequeño, solo hay algunas diferencias como en los órganos reproductores que no están bien diferenciados, al igual que las alas, las cuales son muy reducidas. Generalmente, se alimentan de lo mismo que los chapulines adultos y comparten los mismos espacios. **Para lograr la reproducción utilizan sus patas o alas para generar sonidos y así atraer o comunicarse con las hembras** y cortejarlas para permitir el apareamiento.

Los chapulines tienen una metamorfosis incompleta, es decir, presenta tres estadios o fases: huevo, ninfas y chapulín adulto. En México, por ejemplo, el ciclo comienza cuando la hembra se aparea con el macho entre los meses de agosto y



septiembre. Posteriormente, la hembra deposita sus huevecillos en el suelo, los cuales tienen un aspecto parecido a un grano de arroz de color amarillento a café y eclosionan durante las primeras lluvias. Después, el estado de ninfa es el que tiene más fases, hay ninfas sin alas y ninfas con alas reducidas. Finalmente, entre noviembre y diciembre se convierten en adultos con órganos reproductivos diferenciados, antenas largas y delgadas, y presentan alas más grandes.



Implementación de granjas de chapulines

Finalmente, una alternativa viable serían las granjas de chapulines donde las condiciones se mantengan reguladas y su aprovechamiento sea más fácil. Asimismo, **se asegura ofrecer al consumidor un producto alimenticio orgánico y de calidad**, y sobre todo, se aprende a cultivar, aprovechar y comercializar el recurso con fines alimenticios y económicos, pero siempre cuidando la biodiversidad de especies y la no sobreexplotación. De esta manera aseguramos una opción sostenible que puede brindarnos muchos beneficios a corto y largo plazo, no solo como autoconsumo para la mitigación del hambre en zonas rurales de México, sino también para la distribución en restaurantes gourmet o platillos tradicionales, e incluso exportarlos a otros países.

Hay pocos estudios sobre los chapulines en México, pero aprender sobre ellos es fundamental para implementar estrategias que permitan evitar el deterioro de sus poblaciones. Por lo tanto, **es indispensable el surgimiento de una legislación** que establezca las directrices para la conservación, manejo sustentable y aprovechamiento de la especie, con lo cual puede mejorar en el ingreso económico de las personas de zonas rurales que los comercializan. Asimismo, la implementación de estrategias puede favorecer la demanda de un alimento completamente inocuo y rico en nutrientes para asegurar la salud de los consumidores y, por otro lado, ayudar a la mitigación del hambre en comunidades y pueblos indígenas. Además, de mantener viva una tradición de tiempos prehispánicos y de saberes ancestrales de forma adecuada.



Pijoan M. (2001). «El consumo de insectos entre la necesidad y el placer gastronómico». *Etnofarmacia*, 20(9), 150-161. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5325844>

Ramírez-Bautista J. y Galindo-Leal C. (2015). *Chapulines y parientes*, México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 28 pp.

<http://www.paismaravillas.mx/assets/pdf/libros/chapulines.pdf>

Ramos-Elurduy J., Pino J.M. y Conconi M. (2006). «Ausencia de una reglamentación y normalización de la explotación y comercialización de insectos comestibles en México». *Folia Entomológica Mexicana*, 45(3), 291-318. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42445304>

ARTÍCULO

«La mujer dormida» que despertó la curiosidad por los artículos científicos y de divulgación

Patricia Y. Mayoral Loera



Camino al Iztaccíhuatl, México. Fotografía: Ricardo Mayoral.

Patricia Y. Mayoral Loera. Técnico Académico Titular del Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán, México.

patricia.mayoral@inecol.mx

La mujer dormida

En la búsqueda de motivación en tiempos recientes y complicados, mi familia logró mantener la actitud —pues implicaba mantenernos vivos y sanos—, planeando un viaje muy retador. Subiríamos el volcán Iztaccíhuatl también conocido como «Mujer dormida», la tercera montaña más alta de México, en cuanto las circunstancias nos lo permitieran. Llegado el momento, el grupo explorador lo integramos individuos primerizos, no primerizos —segundo ascenso y no hasta la cima—,

y expertos —tercera o cuarta oportunidad de alcanzar la cima—, la información con la que contábamos cada uno era muy diferente.

En un ascenso inmediatamente anterior, nadie sufrió mal de montaña como sí ocurrió en ocasiones previas, aunque los exploradores éramos los mismos. Desde luego, surgieron muchas dudas ¿Qué pasa con ese padecimiento, no siempre da? ¿Depende de la condición física? ¿Es grave? ¿Cuánto tiempo es suficiente para adaptarnos? ¿Qué debíamos llevar en el botiquín? Aunque en aquél entonces no invertimos tiempo en responder estos cuestionamientos, consideramos que para este 2021 queríamos conocer las respuestas. Así que decidimos aprovechar para responder también otras preguntas ¿Qué animales y plantas viven allá arriba? ¿Hasta qué altitudes podemos encontrar vida? ¿Por qué encontramos ciertos organismos animales y vegetales y otros no? Para informarnos, acudimos desde luego a internet.

Un mundo de información en Google

Específicamente para el mal de montaña buscamos información en Google, utilizando como palabras clave «montañismo» y «mal de montaña» y obtuvimos ¡más de 500 000 resultados! Evidentemente tendríamos que descartar los resultados que no se ajustaban a nuestros intereses y los que eran más bien una anécdota o un conjunto de ellas, de los confiables. ¿Cómo saber cuál era cuál? Uno de nosotros dijo en algún momento «les paso este documento, está en un PDF así que es confiable». Se trataba de una tesis que tenía efectivamente mucha información interesante, pero que yo no podría considerar como confiable ¿Por qué? Aunque el estudiante que realizó el trabajo ciertamente se informó y estuvo asesorado por personas académicamente más preparadas que él, la información contenida en ese documento no fue revisada por especialistas en el tema. Entonces, ¿qué información sí es confiable y dónde puedo encontrarla?



Lupinus montanus (Fabaceae), en las faldas del Iztaccíhuatl, México. Fotografía: Ricardo Mayoral.

Revistas científicas

Podemos catalogar como información confiable a la contenida en las llamadas «fuentes primarias de información» o revistas científicas. Estas se especializan en distintos temas (zoología, botánica, hongos, bioquímica, etc.) y **cumplen con varios requisitos para ser reconocidas como científicas**. Están avaladas por una institución editora, son dirigidas por científicos y son evaluadas frecuente y estrictamente por varias instancias que revisan que se cumplan criterios de política y gestión editorial, presentación y contenido, de acuerdo con normas nacionales e internacionales. Cuando una revista está incluida en servicios de evaluación diferentes al país donde se edita, quiere decir que el estándar de calidad que cumple es internacional. El proceso para publicar un artículo científico no es cosa sencilla. La información que ahí se da a conocer debe estar muy bien sustentada y debe soportar fuertes críticas y contraargumentos de los revisores, personajes que conoceremos más adelante.

Artículos científicos

Los artículos científicos se distinguen por las siguientes características: 1) dan a conocer los **resultados del trabajo** de los investigadores, por lo que sus datos son originales y no han sido publicados antes, 2) se trata de **hallazgos relevantes**

dentro de su área de conocimiento, 3) los métodos que dan a conocer permiten que su experimento sea repetible, 4) la información se presenta con la **estructura IMRD** (Introducción, Métodos, Resultados, Discusión) y utiliza un lenguaje técnico que no se presta a confusión, y 5) el manuscrito, ya en su proceso de publicación, ha sido **revisado por especialistas** en el tema. Estos especialistas, también llamados árbitros o revisores, junto con los editores, se aseguran de que esas revisiones sean imparciales, críticas y objetivas. Esto es muy importante porque quiere decir que no importa si los árbitros son amigos o no de los autores, si se caen bien o no, o si tienen preferencias o creencias respecto a lo que están leyendo; es decir, no se da favoritismo o sesgo. De hecho, muchas revistas usan la revisión «doble ciego» que se refiere a que los árbitros no conocen el nombre de los autores del artículo ni los autores el de los revisores.

Bibliotecas digitales

Las revistas científicas, además de estar en sus propios sitios o plataformas en línea, también están en bibliotecas digitales. De modo que, si buscas información, pero no tienes idea de la revista en la que la puedes encontrar, debes agregar a tu palabra de búsqueda el nombre de una biblioteca digital. Para nuestro viaje al Iztaccíhuatl se ingresa-

DIFERENCIAS ENTRE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS Y DE DIVULGACIÓN

	Artículo científico	Artículo de divulgación
Contenido	Resultados novedosos, originales e inéditos fruto de una investigación	Información novedosa que casi nunca es resultado de una investigación
Autor	Científico	Concedor o experto en el tema, que no necesariamente es científico, pero puede serlo
Organización de la información	Utiliza la estructura IMRD (Introducción, Métodos, Resultados, Discusión)	Introducción, desarrollo o nudo y conclusión
Lenguaje	Técnico e inequívoco	Coloquial
Información de respaldo	Citas y referencias	Referencias
Audiencia	Otros investigadores	Público en general
Revisión por pares	Siempre	La mayoría de las veces
La revista que lo publica está respaldada por una institución y continuamente se evalúa que cumpla con estándares de calidad	Siempre	Siempre
Objetivo	Diseminar y desarrollar el conocimiento científico y generar desarrollo y tecnológico y generación de patentes	Culturización de un público en general



ron en el buscador «montañismo» y «mal de montaña» y se añadieron las palabras **SciELO** en una primera búsqueda y **Redalyc**, en otra oportunidad. La primera es una **biblioteca digital**, mientras que la segunda es un sitio que **compila la información de muchas revistas**, y las dos pueden ser de gran utilidad. El número de documentos encontrado en Google se redujo a menos de 3 000 —sobre todo, pero no solamente, escritos en español— en el caso de SciELO, y a menos de 6 000 en el de Redalyc. Bastante lejos de los 500 000 que salieron en un inicio, sin agregarle los nombres de las bibliotecas.

Para nuestros fines, aunque seguían siendo muchos documentos y todavía era necesario depurar los resultados, el trabajo se volvió sustancialmente menor, pues la localización de la información se restringió al subgrupo de «información confiable».

Revistas de divulgación

Otra información confiable, pero que no se da a conocer en revistas científicas, es la publicada en revistas de divulgación. Por ejemplo, para conocer la flora y fauna del Iztaccíhuatl y aspectos ecológicos interesantes, quisimos leer documentos en los que la información ya estuviera integrada, interpretada y que pudiéramos entender fácilmente. Encontramos artículos muy interesantes que hablan de la vegetación alpina, de las interacciones biológicas que se dan entre los organismos que viven

en esas altitudes y otros de la conservación de su vegetación. Sabemos que podemos fiarnos de esas lecturas porque, al igual que la información que se publica en las revistas científicas, esta también es **revisada por científicos conocedores** —aunque no expertos en los temas tratados— que pertenecen al cuerpo editorial de una revista que cumple con ciertos estándares de calidad y que también es **evaluada continuamente**. Los autores de los artículos de divulgación están plenamente identificados y generalmente la revista proporciona sus correos electrónicos y afiliación, por si es necesario contactarlos. Situación que no ocurre con la información que encontramos en internet así nada más, aunque esté en formato PDF.

Iguals, pero diferentes

En conclusión, tanto los artículos científicos como los de divulgación se publican en revistas que están respaldadas por una institución y son dirigidas por científicos que forman parte de su cuerpo editorial, lo que garantiza que lo que leemos ahí pasó por las manos y ojos de un experto. Las diferencias entre un artículo científico y uno de divulgación estriban, sobre todo, en lo siguiente: 1) el primero da a conocer lo que el científico encontró en su experimento y el de divulgación no suele ser el resultado primario de una investigación; 2) la información en el artículo científico está organizada bajo un esquema que permite que otros expertos lo



puedan repetir, mientras que en el de divulgación la estructura es más bien narrativa y no se pretende que otros lo repitan, sino que el contenido sea comprensible; 3) en un artículo científico —para situarlo en un contexto y argumentar la validez de sus resultados—, el investigador cita otros trabajos, en tanto que en el de divulgación el autor (investigador o no) no utiliza citas, solo referencias; 4) la redacción del manuscrito científico contempla un lenguaje técnico, inequívoco, difícil de interpretar para la mayoría de la gente, pero perfectamente entendible para sus colegas, mientras que el de divulgación está escrito de manera que todos lo podemos entender; y 5) el artículo científico está dirigido a otros científicos y es útil para el avance de la ciencia en sí

misma y para el desarrollo tecnológico o de patentes, mientras que el de divulgación se dirige a toda la población y sus contenidos suelen ser de mucha utilidad para la toma de decisiones de la vida cotidiana y también para el disfrute informado de los lugares que visitamos.

En nuestra expedición a la «La mujer dormida», la lectura de los artículos científicos nos ayudó a planear nuestra aclimatación o adaptación, a configurar el botiquín y a elaborar un plan de acción en caso de emergencia médica causada por el mal de montaña. Por otro lado, los artículos de divulgación nos fueron de utilidad para reconocer los nombres de las plantas y animales que veíamos, y para valorar la majestuosa naturaleza que nos rodeaba.



Bueno Guerra N. (2019). «Las revistas científicas ¿Qué quieren decir los científicos cuando dicen que “publican artículos” en “revistas científicas”?» *Investigación y Ciencia*. <https://www.investigacionyciencia.es/blogs/psicologia-y-neurociencia/105/posts/las-revistas-cientificas-17178>

Espinosa Santos, V. (2010). «Difusión y divulgación de la investigación científica». *Idesia (Arica)*, 28(3), 5-6. DOI:

<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292010000300001>

Steinmann V. W., Arredondo Amezcua L., Ramírez Amezcua Y., Maza-Villalobos Méndez S. y Mastretta Yanes A. (2019). «La vegetación alpina mexicana: islas frías sobre las nubes». *Biodiversitas*, 142, 2-6. <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/14840.pdf>

ARTÍCULO

El nitrógeno: Tan esencial como tóxico

Ivette Marai Villa Villaseñor y Omar Domínguez Domínguez



Ivette Marai Villa Villaseñor. Estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

imvillavi@hotmail.com

Omar Domínguez Domínguez. Profesor Investigador del Laboratorio de Biología Acuática de la Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

goodeido@yahoo.com.mx

Hay sustancias, moléculas o compuestos que son vitales para nosotros o cualquier ser vivo, pero aunque parezcan inocuas, representan un riesgo para la salud, ya que depende de la cantidad que consumimos, tal es el caso del nitrógeno.

¿Qué es el nitrógeno?

Es el gas más abundante en el aire con una composición relativa de cerca del 78 %. **El nitrógeno constituye el 3.2 % de la masa del cuerpo humano** y es un elemento esencial, ya que forma parte de la estructura de los aminoácidos, por lo

tanto, de las proteínas y de las bases nitrogenadas de los ácidos nucleicos, el ADN y el ARN. Las enzimas, que son moléculas proteicas, se encargan de las reacciones metabólicas de cualquier proceso que ocurre en nuestro organismo. Además, nuestro cuerpo sintetiza otras proteínas importantes como el colágeno, componente de la piel, articulaciones, huesos, músculos y dientes, responsable de darles resistencia. La hemoglobina es otra proteína que se encarga de transportar el oxígeno a todo nuestro cuerpo. El ADN contiene la información genética y el ARN es el que permite que esta información pueda ser comprendida por nuestras células. Como ves, **el nitrógeno forma parte esencial de todo nuestro cuerpo**, sin él, la vida como la conocemos no existiría.

¿Cómo los seres vivos obtienen nitrógeno?

El nitrógeno ingresa al medio ambiente como resultado de procesos naturales, mediante tormentas eléctricas y por la fijación realizada por microorganismos, como ciertas bacterias o algas, que transforman el nitrógeno presente en el aire en formas que pueden ser asimiladas por los seres vivos. Solo el nitrógeno en forma de amonio y nitrato es asimilable por las plantas a través de sus raíces y es incorporado para formar proteínas y ácidos nucleicos. Cuando los animales, incluidos los seres humanos, consumen plantas u otros animales, asimilan

este nitrógeno contenido en sus cuerpos. **Los organismos vivos devuelven el nitrógeno al medio ambiente en forma de metabolitos de desecho** que se incluyen en la orina o las heces, como la urea en los mamíferos y los humanos, el amoniaco en los peces y el ácido úrico en los reptiles y las aves. Además, cuando los organismos mueren, el nitrógeno contenido en su cuerpo se descompone por medio de las bacterias y se libera en forma de amoniaco, mientras que otras bacterias se encargan de convertir el amoniaco en nitrito y a su vez de nitrito a nitrato. Cuando hay un exceso de nitratos, hay bacterias que se encargan de convertir los nitratos a nitrógeno molecular y devolverlo al aire, y así vuelve a empezar el ciclo, el cual es muy complejo, pero gracias a él, dicho compuesto puede adquirir todas las formas y llegar a todas partes para que la vida continúe.

¿El nitrógeno es tóxico?

El nitrógeno no es tóxico en las cantidades en las que se encuentra naturalmente, debido a que existe un equilibrio entre la cantidad que ingresa al medio ambiente y la que se devuelve al aire o al agua. Sin embargo, **las actividades humanas se han encargado de romper ese equilibrio al incrementar el nitrógeno en el medio ambiente**, provocando contaminación y transformando al nitrógeno y a sus compuestos (amoniaco, amonio, ni-





trito y nitrato) en tóxicos. La contaminación por nitrógeno es causada principalmente por el desecho de sustancias como fertilizantes químicos usados en la agricultura, los producidos por la ganadería, la descarga de aguas residuales urbanas y el uso de combustibles fósiles, afectando así el equilibrio del nitrógeno en el aire, el suelo y el agua.

Efectos de cantidades elevadas de los compuestos nitrogenados

Los animales terrestres y los seres humanos se exponen a los compuestos nitrogenados cuando entran en contacto con ellos, al inhalar, comer, beber o por contacto con la piel, mientras que los animales acuáticos siempre están en contacto con ellos, pues estos viven inmersos en un medio donde las sustancias están disueltas en el agua, la cual siempre está en contacto con su cuerpo y células.

En los ambientes acuáticos, provocan la acidificación de ríos y lagos. Las emisiones de óxidos de nitrógeno que provienen de la quema de combustibles fósiles, al entrar en contacto con el aire sufren un proceso de oxidación que da lugar a la formación de ácido nítrico y este, por medio de la lluvia llega al agua, al existir un incremento de este compuesto se reduce el pH del agua. Esta reducción es lo que se

conoce como acidificación. **Un pH bajo en el agua puede afectar las branquias de los organismos**, su principal órgano de respiración, lo que interfiere en el intercambio iónico y gaseoso y, en casos severos, les provoca la muerte por asfixia.

Otro efecto sobre la vida acuática está relacionado con las plantas que necesitan el nitrógeno para crecer y reproducirse. Si hay un exceso en el agua, las plantas y algas crecerán y se reproducirán más, pero esto puede tener un efecto negativo: al morir habrá mayor cantidad de materia orgánica en descomposición y, por lo tanto, más demanda de oxígeno para llevar a cabo ese proceso, o bien, que durante su fase de respiración, durante la noche, consuman cantidades muy elevadas de oxígeno. Esta mayor demanda puede llevar a una baja en el medio acuático, que en algunos casos, los hace inhabitables por la mayoría de los animales acuáticos. **¿Y qué pasa en los peces?** Una vez en el interior de los peces, el exceso de compuestos nitrogenados provoca diferentes efectos que a continuación te describimos:

Efectos fisiológicos: Provocan la metahemoglobinemia, una enfermedad caracterizada por la transformación de la hemoglobina a metahemoglobina,

una forma de hemoglobina incapaz de transportar oxígeno de manera eficiente. Se sabe que la muerte puede ocurrir a niveles superiores al 45 % de metahemoglobina y en peces sanos se puede observar que la metahemoglobina es inferior al 10 % de la concentración de la hemoglobina total. También puede presentarse estrés oxidativo, que es un desequilibrio entre los radicales libres y las enzimas antioxidantes, que son la primera línea de defensa de los organismos contra los radicales libres, lo cual, con el tiempo, puede dañar los tejidos y las células del organismo.

Efectos morfológicos: Provocan la alteración de las células y los tejidos, como un aumento de tamaño, acumulación de líquidos, e incluso la muerte de las células en los principales órganos expuestos, que son las branquias, el tracto gastrointestinal, el hígado y el riñón, lo que afecta la función normal de los órganos.

Efectos en el sistema reproductivo: Provocan una disminución en la concentración de hormonas tiroideas, que son formadas y secretadas por la glándula tiroidea, lo que afecta el crecimiento y desarrollo de los peces. Producen la inducción de vitelogenina en machos, lo que provoca una disminución en el tamaño del testículo y en el recuento de espermatozoides. La vitelogenina es una proteína específica de las hembras en estado reproductivo, que se sintetiza en el hígado y es transportada al ovario, en donde es incorporada dentro de los ovocitos, que son las células femeninas que están en proceso de convertirse en un óvulo maduro.

Efectos conductuales: Provocan una disminución

en la ingesta de alimento, frecuentes periodos de descanso, disminución en su velocidad de nado y pérdida de equilibrio.

¿Cuál es la cantidad segura de nitrógeno en el agua?

Los diferentes efectos en los peces van a depender principalmente de la cantidad y el tiempo de exposición. Entre más cantidad y más tiempo estén expuestos los peces a los compuestos nitrogenados, es más probable que cause la muerte de los organismos.

La Norma Mexicana NOM-001-ECOL-1996 establece los límites máximos permisibles de nitrógeno para proteger la vida acuática en las descargas de aguas residuales, la cual es de 15 mg/L en promedio mensual. Sin embargo, algunos cuerpos de agua rebasan estos valores máximos, como el río Lerma, donde se han registrado concentraciones de hasta 18 mg/L de nitrógeno. Otro ejemplo es el río Chiquito de Morelia, el cual atraviesa la ciudad y donde se puede encontrar concentraciones de 20 mg/L de nitrógeno. Estos números pueden no parecer importantes, pero si los comparamos con la concentración natural, como la que se encuentra en manantiales sin impacto humano, la cual en promedio es de 0.015 mg/L, ¡es hasta mil veces mayor!, ¿te imaginas?

El exceso de nitrógeno ocasiona graves daños en los ambientes acuáticos, por lo que grupos de investigación se han enfocado en evaluar la toxicidad del amoníaco, el nitrito y el nitrato en diferentes especies de peces y anfibios, como es el caso del Laboratorio de Biología Acuática de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.



Camargo J. y Alonso A. (2007). «Contaminación por nitrógeno inorgánico en los ecosistemas acuáticos: problemas medioambientales, criterios de calidad del agua, e implicaciones del cambio climático». *Ecosistemas*, 16(2), 98-110. <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?id=486>

Pacheco-Ávila J. y Cabrera-Sansores A. (2003). «Fuentes principales de nitrógeno de nitratos en aguas subterrá-

neas». *Ingeniería*, 7(2), 47-54. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467/46770204>.

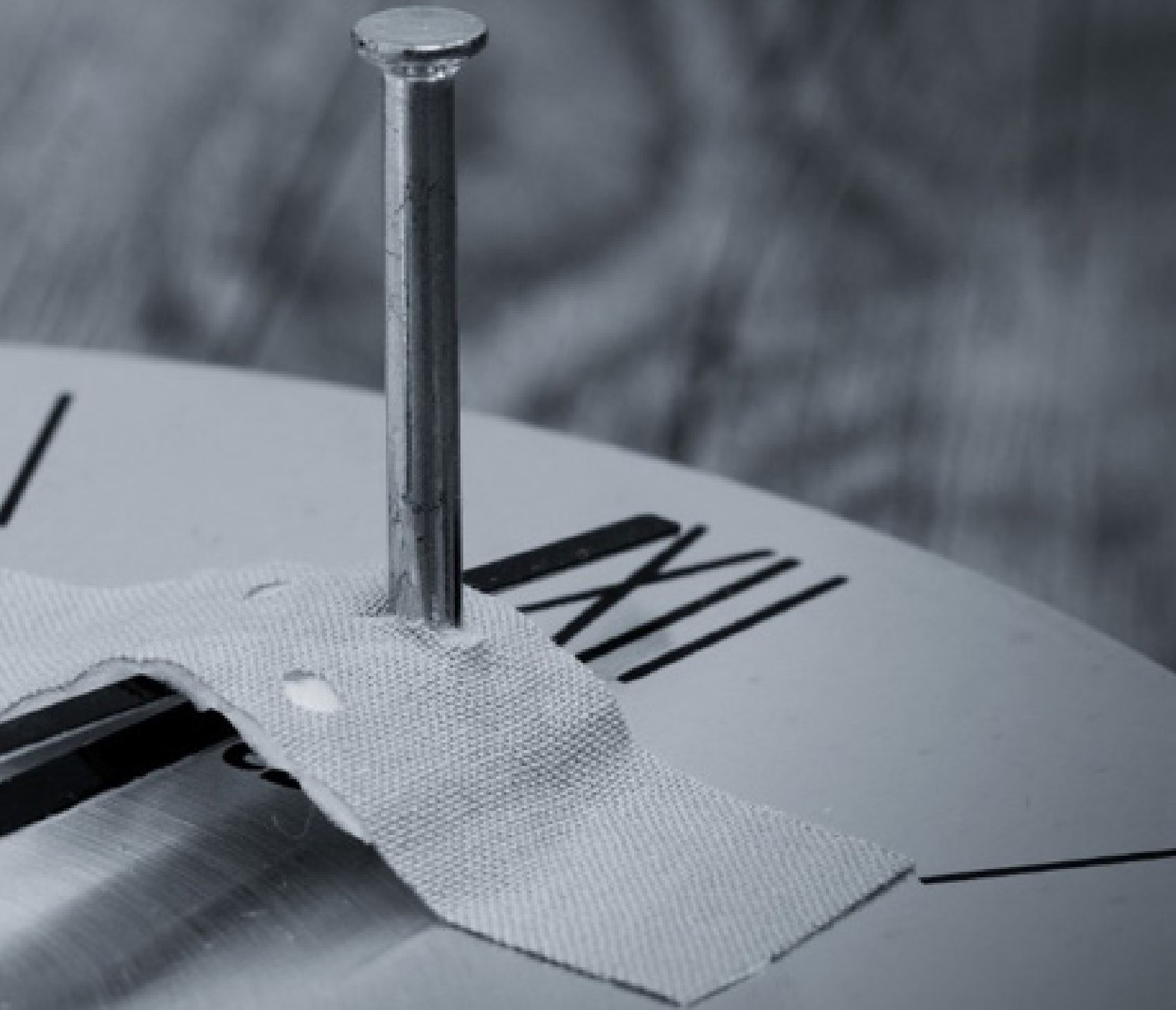
Pacheco-Ávila J., Pat-Canul R. y Cabrera-Sansores A. (2002). «Análisis del ciclo del nitrógeno en el medio ambiente con relación al agua subterránea y su efecto en los seres vivos». *Ingeniería*, 6(3), 73-81. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467/46760308>

ARTÍCULO DE PORTADA

El cáncer, cuando el reloj biológico falla

Fabiola Hernández Rosas y Carlos Alberto López Rosas





«¿Relojes? "todas las horas hieren, la última mata".

*Esa certidumbre es, en definitiva, el mecanismo
secreto que mueve las agujas del reloj.»*

Fernando Sánchez-Dragó

¿Qué es el reloj biológico?

El cuerpo humano cuenta con un reloj interno conocido como reloj circadiano o comúnmente denominado reloj biológico. Este reloj se mueve a diario generando ritmos parecidos a ciclos de 24 horas (de ahí proviene su nombre *circa* que en latín quiere decir 'alrededor de' y *dies* que significa 'día'). **Nuestro reloj biológico comúnmente se sincroniza con el tiempo solar**, por lo tanto, puede verse afectado por la luz o la oscuridad. Por ejemplo, nosotros interpretamos la información de la luz solar a través de nuestros ojos, esta información llega a nuestro cerebro donde existen neuronas que forman parte del reloj biológico central, estas neuronas transmiten la información de la luz a otras zonas del cerebro y al resto del cuerpo para que las funciones biológicas se sincronicen con el ciclo solar.

Como mencionamos anteriormente, contamos con un reloj biológico central o «maestro», el cual consiste básicamente en una agrupación de neuronas ubicadas en el hipotálamo llamadas nú-

cleos supraquiasmáticos (NSQ). Además del reloj central del cerebro, **poseemos relojes celulares** localizados en prácticamente todos los tejidos que son conocidos como relojes periféricos.

En conjunto, estos relojes son sistemas capaces de generar un orden temporal en las actividades del organismo. Ellos oscilan con un período regular que utilizan como referencia temporal interna para regular el ritmo biológico de muchas de las funciones corporales; es así como **el reloj circadiano controla diferentes funciones**, desde la actividad metabólica, hormonal y conductual diaria, hasta diferentes engranajes moleculares que tienen que ver con el control de la división celular y el crecimiento normal de la célula.

Algunas funciones de nuestro cuerpo se denominan circadianas porque se someten a la regulación por el reloj biológico, por ejemplo, el ciclo de dormir-despertar o el ciclo de actividad-reposo. En general, estas estructuras se encuentran íntimamente ligadas a otros sistemas como el cardiovascular, respiratorio, inmune, endocrino, digestivo y





funciones superiores cerebrales. Estos sistemas se sincronizan a través de sustancias como las hormonas, neurotransmisores, receptores de melatonina, entre otras.

Pero ¿Cómo se genera el tiempo interno del cuerpo?

A nivel molecular, la transmisión de la información circadiana es generada a partir de la oscilación de un grupo de genes denominados «**genes reloj**» desde neuronas del NSQ y hacia el resto del organismo.

Estos genes reloj fueron descubiertos inicialmente mediante estudios realizados en la mosca de la fruta (*Drosophila melanogaster*), los cuales permitieron identificar moscas mutantes con alteraciones del ritmo circadiano (tenían ciclos de actividad y reposo anormales). Posteriormente estos genes se clonaron en los mamíferos y se identificaron nuevos genes reloj a partir de hámsteres o ratones mutantes. Años de estudio llevó a los investigadores a describir al menos **nueve genes reloj**: *Per1*, *Per2*, *Per3*, *Cry1*, *Cry2*, *Clock*, *Caseína Cinasa Iε* y *REV-ERBα*.

La función regulada de los genes reloj se encarga de controlar la actividad circadiana en todos los seres vivos, conformando así el mecanismo molecular del reloj central y de los osciladores circadianos localizados en tejidos periféricos. Este mecanismo involucra la interacción de señales moleculares que permiten la oscilación rítmica de los genes reloj necesaria para controlar diversas funciones celulares normales.

Todas nuestras células, a excepción de los eritrocitos, poseen genes reloj para ajustar el tiempo en que se deben llevar a cabo las funciones celulares y permitir que los eventos celulares importantes, como el ciclo celular, se realicen de forma ordenada en el tiempo. Además, el control del tiempo de la división celular es un factor muy importante cuando hablamos de la especialización de los tejidos. **Cualquier desajuste del reloj interno** de la célula, manifestado por cambios o mutaciones en los genes reloj, **puede producir un caos molecular endógeno** que lleve a la célula a inducir su propia muerte a través de un mecanismo conocido como «apoptosis».

El desajuste del reloj y sus implicaciones

El ser humano presenta una serie de cambios fisiológicos durante el transcurso del día circadiano (24 horas). Por ejemplo, los cambios hormonales que ocurren al inicio del día se traducen en la liberación de hormonas conocidas como «catecolaminas» (la más conocida es la adrenalina) al torrente sanguíneo con su correspondiente efecto activador de las funciones orgánicas. Esto hace posible que el organismo se mantenga despierto y activo debido a un aumento en el tono muscular y en la actividad nerviosa. La liberación de catecolaminas disminuye durante la noche, con lo que disminuye también su efecto activador y se produce el sueño, periodo en el que se anulan las funciones intelectuales conscientes para dar paso a las inconscientes, por lo tanto, **la integridad de la estructura biológica circadiana es fundamental para el funcionamiento biológico y cognitivo eficiente.**

Cuando aparecieron los trabajos en turnos rotativos, ocurrió un cambio en los hábitos conductuales del hombre, creando la necesidad de trabajar de noche y descansar durante el día. A estos cambios en los hábitos de conducta se les llama *inversión del ritmo circadiano* y son consecuencia de un desalineamiento del ritmo circadiano interno. Esta alteración también se ha descrito en personas que realizan vuelos intercontinentales frecuentes, sometidas a trastornos de tipo *jet-lag*, donde ocurre una alteración abrupta del ciclo circadiano habitual entre el sueño y la vigilia.

La alteración del sistema circadiano en estas personas conlleva, a que la relación de fases normales que existen entre distintos ritmos se altere, debido a que el sistema circadiano ha sido desafiado por ciclos de luz-oscuridad inusuales. Lo mismo ocurre con la sobreestimulación por dispositivos electrónicos como el celular, el exceso de luz nocturna y los hábitos nocturnos contemporáneos.

Los trastornos del ritmo circadiano ocurren como consecuencia de múltiples factores como el *jet-lag*, trabajo nocturno o demoras en las fases de sueño, síndrome de piernas inquietas, narcolepsia,

entre otros. Estos llegan a desencadenar una serie de **patologías a largo plazo** como obesidad, pérdida de la memoria, hipotensión e hipertensión arterial, gastritis, úlceras, estreñimiento, trastornos neurológicos, enfermedades metabólicas como la diabetes, entre otras patologías.



¿El mal funcionamiento del reloj biológico puede causar cáncer?

La respuesta es sí. A este respecto, **los estudios epidemiológicos sugieren que los trastornos del ritmo circadiano son un factor de riesgo importante para el desarrollo del cáncer.** Por ejemplo, en un estudio realizado con pilotos y asistentes de vuelo de diversas líneas aéreas, quienes

sufren trastornos frecuentes del ritmo circadiano de tipo *jet-lag*, se encontró que presentan una mayor incidencia de cáncer de mama, cáncer de piel, cáncer de próstata y cáncer de colon, en comparación con la población no sujeta frecuentemente al *jet-lag*. En otro estudio realizado durante un perio-



do de diez años, con la participación de más de 78 mil mujeres, se evaluó la relación entre el riesgo de padecer cáncer de mama y el trabajo en turnos nocturnos. En este período se diagnosticaron 2 400 casos de cáncer de mama en las mujeres incluidas en el estudio. El trabajo llegó a la siguiente conclusión: «entre más años de trabajo en turno nocturno, mayor riesgo de desarrollar cáncer de mamá». Estos resultados sugieren que las alteraciones de los ritmos circadianos podrían ser más importantes que

la historia familiar en la determinación del riesgo a padecer cáncer de mama. Así como estos trabajos, existe una gran cantidad de estudios que vinculan la pérdida de función del reloj circadiano con el desarrollo del cáncer.

Por otro lado, se ha visto que **cuando los genes reloj se encuentran mutados** o tienen una función «anormal» por los cambios en sus patrones de expresión, **generan eventos celulares que dan inicio al descontrol en la proliferación celular** y que eventualmente, cuando el sistema de reparación de la célula es ineficiente, conducen al desarrollo de cáncer. También se ha visto que en ratones mutantes, en los que se ha inactivado de forma específica la función de los genes reloj, además de presentar pérdida del ritmo circadiano, desarrollaron hiperplasias, linfomas y tumores cutáneos.

El mecanismo por el cual las alteraciones en genes reloj generan el cáncer, no se ha esclarecido del todo, pero diversas investigaciones sugieren que algunos de estos genes (como los genes *Per1* y *Per2*) funcionan como genes supresores de tumores, ya que evitan el desarrollo del cáncer al regular proteínas importantes para la célula. Por ejemplo, los genes reloj regulan la actividad del oncogen C-MYC, que está frecuentemente alterado en el cáncer. La sobreexpresión de *c-Myc* es consistente con el fenotipo tumoral: angiogénesis, inestabilidad cromosómica, etc., y es un evento frecuente en diferentes tipos de cáncer. Además de esto, se ha sugerido que los genes reloj regulan funciones de respuesta del sistema de Detección y Reparación del Daño (DDR) de la célula. Este sistema pone en marcha una activación en cascada de diferentes proteínas de reparación del ADN cuando este presenta lesiones o roturas.

En conjunto, estos hallazgos apoyan la idea de que el reloj circadiano orquesta eventos antiproliferativos, lo que pone de manifiesto la *importancia de la regulación circadiana* en las funciones celulares y sustenta la idea de que el desajuste del engranaje molecular del reloj circadiano es un evento inicial que favorece e incrementa el riesgo para el desarrollo del cáncer.



**M. en C. Carlos
Alberto López
Rosas**

Licenciado en Químico Farmacéutico Biólogo y Maestro en Ciencias en Neuroetología por la Universidad Veracruzana. Actualmente, estudiante del programa de Doctorado en

Neuroetología de la Universidad Veracruzana, en el área de neurofarmacología y neuroquímica de la conducta, y docente de la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana. Línea de investigación: Evaluación de la actividad anticonvulsivante de plantas medicinales y trastornos de la conducta, con modelos animales: murino y pez cebra.

qfbcarl@gmail.com

**Dra. Fabiola
Hernández
Rosas**

Licenciada en Químico Farmacéutico Biólogo y Doctor en Ciencias Biomédicas por la Universidad Veracruzana. Profesor adscrito

a la Facultad de Ingeniería Biomédica de la Universidad Anáhuac Querétaro. Investigador asociado de Central ADN. Líneas de investigación: 1) Mecanismos de regulación de la expresión de genética y epigenoma circadiano; 2) Identificación de infecciones de transmisión sexual y VPH mediante técnicas de biología molecular (NAAT'S y MALDI-TOF MS) y su correlación con variables epidemiológicas; 3) Generación de Herramientas Genómicas para la determinación de factores de riesgo genético y propensión a la obesidad en la población mexicana.

fabiola.hernandez86@anahuac.mx



Hernández-Rosas F., López-Rosas C.A. y Saavedra-Vélez M.V. (2020). «Disruption of the Molecular Circadian Clock and Cancer: An Epigenetic Link». *Biochem Genet*, 58(1), 189-209. https://www.researchgate.net/publication/336024596_Disruption_of_the_Molecular_Circadian_Clock_and_Cancer_An_Epigenetic_Link

Hernández-Rosas F., Santiago-García J. (2010). «Ritmos circadianos, genes reloj y cáncer». *Archivos de Medicina*, 6(2-3). <https://www.archivosdemedicina.com/medicina-de-familia/ritmos-circadianos-genes-reloj-y-cancer.pdf>

ARTÍCULO

Los parásitos vampiros de aves

Ma. Guadalupe Ruiz García



Ma. Guadalupe Ruiz García. Estudiante del Programa de Doctorado en Ciencias Ambientales en el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT) en la línea de investigación de Ecología y Cambio Ambiental Global, específicamente Ecología de Aves.
mariaguadalupe.ruiz@ipicyt.edu.mx

La palabra 'parásito' es familiar para muchos, nos viene a la mente que son seres vivos que viven a expensas de otros —llamados hospederos— a quienes suelen causarles problemas o incomodidades. Todos los seres vivos, incluidos nosotros, tenemos parásitos. Seguramente has escuchado que tenemos lombrices en los intestinos y con seguridad has tomado algún medicamento para eliminarlas, otros tienen piojos en la cabeza, que también son otro tipo de parásitos que nos atacan. En muchos casos, **el parásito y el hospedero pueden vivir simultáneamente** en el tiempo sin sufrir daños tan graves que pongan en peligro la vida, la reproducción o la cantidad de hospederos que habitan en un sitio.

Algunos parásitos **viven adheridos por fuera de la piel**, por dentro del cuerpo o, incluso, debajo de la piel de su hospedero. Los parásitos que viven debajo de la piel se llaman subcutáneos y, tal como en las películas de terror, actúan como los temibles vampiros que se alimentan mediante sus colmillos de la sangre y/o fluidos del hospedero, solo que estos pequeños parásitos vampiros lo hacen de manera continua, viviendo en el cuerpo del hospedero. Las larvas de las moscas del género *Philornis*, conocidas como gusanos, son un ejemplo de parásitos subcutáneos vampiros, que suelen usar como hospederos a indefensos polluelos de algunas aves, y es precisamente de ellos que hablaremos en este artículo.

El ciclo de vida de los parásitos vampiro *Philornis*

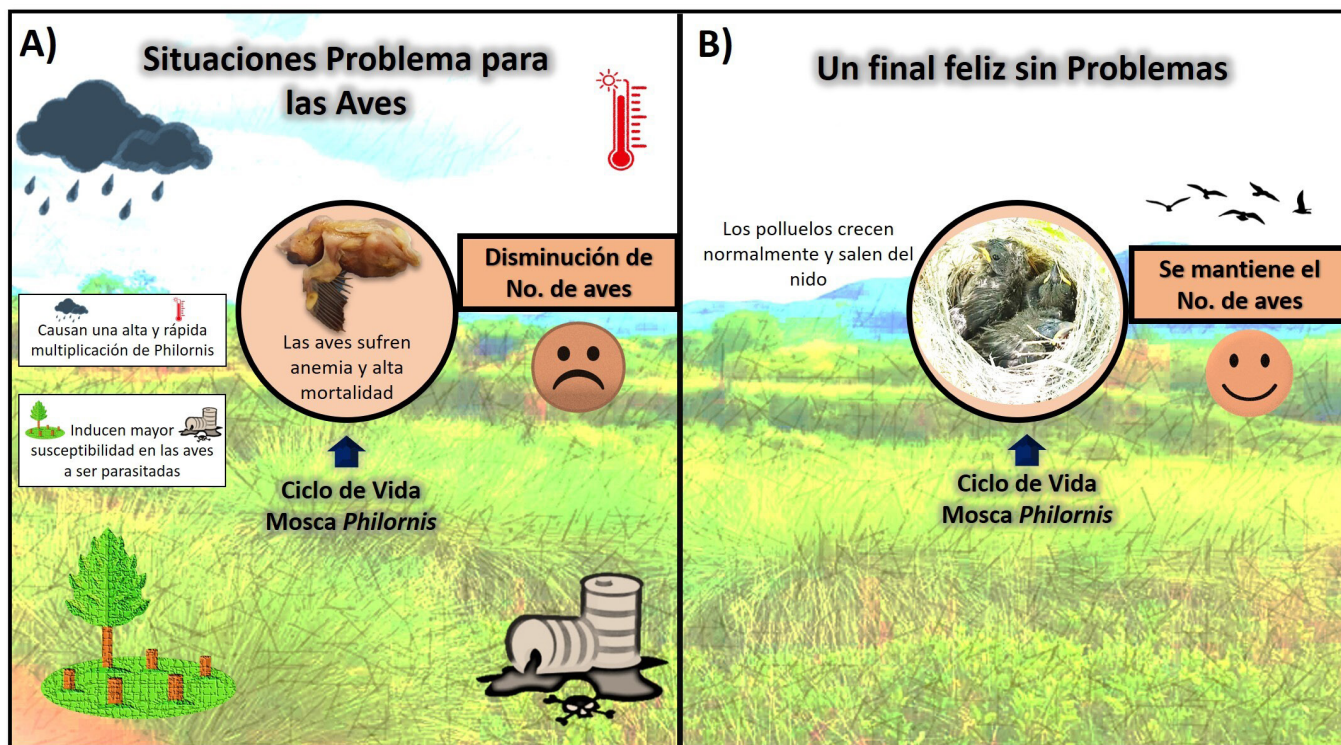
Estos vampiro-parásitos son muy impresionantes cuando los vemos parasitando a los pequeños bebés pájaros, puesto que, en la última etapa de su crecimiento dentro del polluelo, pueden alcanzar un tamaño tan enorme que ocupan mucho espacio del cuerpo del ave, dándonos cuenta de lo

incómodo, doloroso o limitante que pueden llegar a ser. Pero, ¿Cómo comienza esta historia de terror y por qué hacen esto los vampiro-parásitos? **Las moscas *Philornis* adultas buscan nidos de aves** y, al encontrarlos, abren un pequeño agujero en la piel de los polluelos recién nacidos que están dentro del nido, depositando ahí sus huevos. Los polluelos de aves, debido a que se mueven muy poco y a la desnudez de su piel, resultan ser los hospederos ideales que mamá mosca busca para poner sus huevos y que sus bebés larvas (que nacen de los huevos), puedan vivir, alimentarse y crecer.

Las larvas *Philornis* pertenecen a un grupo llamado «**parásitos obligados**», debido a que necesitan adherirse y alimentarse de la sangre de sus hospederos, si no lo hacen, las larvas morirían y no crecerían para convertirse en pupas. Debido a esta situación son considerados parásitos vampiro. La pupa es la siguiente etapa de desarrollo, en la cual no es necesario vivir ni alimentarse dentro del polluelo, puesto que ya cuenta con todo el alimento necesario y solo necesita esconderse de la luz mientras se convierte en una mosca adulta; este proceso



Figura: Ma. Guadalupe Ruiz García



puede hacerlo, por ejemplo, en el fondo del nido de las aves. Finalmente, después de aproximadamente diez días, de las pupas emergen moscas *Philornis* adultas, que buscarán una pareja para tener sus propios hijos, comenzando nuevamente el ciclo.

Las víctimas y su importancia

Las víctimas de esta historia de terror son las aves. Las aves no reciben ningún beneficio por ser atacadas por vampiro-parásitos y tampoco se terminan convirtiendo en vampiros después de que su sangre fue chupada, como sucede en las películas. Además, los vampiro-parásitos *Philornis* no eligieron a cualquier víctima sin importancia para usar como hospederos.

Las aves **brindan muchos favores al medio ambiente y a nosotros los humanos**, algunos ejemplos de esos favores son: dispersar semillas de plantas a grandes distancias para que de ellas nazcan más árboles, controlar insectos que causan enfermedades, polinizar flores, entre otros. Además, **las aves son muy sensibles a pequeños cambios** que ocurren en los lugares donde viven, por esa razón, son muy buenos indicadores de alteraciones dañinas que existen en un lugar y que los humanos no podemos ver a simple vista. Estos seres vivos son muy importantes y no sería bueno que algo malo les sucediera.

¿Qué tan grave es el problema de vampiro-parásitos *Philornis* en aves?

Aunque a simple vista estos parásitos en las aves nos impresionan, e incluso parecen una mala señal de que los polluelos podrían morir, algunos estudios científicos demuestran que muchos polluelos que han sido parasitados con una baja cantidad de larvas-vampiro *Philornis* (de una a seis larvas), son capaces de sobrevivir y crecer normalmente hasta que abandonan el nido por sí mismos. Sin embargo, también se ha observado que se vuelve un grave problema para las aves víctimas, cuando cada polluelo es parasitado por un número elevado de larvas.

Se ha demostrado que siete o más larvas-vampiro *Philornis*, en cada polluelo **pueden provocar que las víctimas enfermen de anemia, sufran deformaciones físicas y finalmente podrían llegar a morir** antes de que estos sean capaces de volar y huir del nido. ¿Te imaginas que pasaría si esto sucede en todos los nidos de aves de un sitio? ¡Exacto!, podrían llegar a morir incluso todos los polluelos en ese lugar y por consecuencia habría menos aves jóvenes cada año, esto significa que podrían desaparecer todas las aves afectadas en ese sitio o disminuir la cantidad de individuos. Ese sí que sería un problema muy serio para las aves y para todos los que viven en ese lugar.

Ahora seguramente te preguntas ¿Qué es lo que hace que las aves sean parasitadas con muchas o pocas vampiro-larvas? Pues bien, se ha observado que entre mayor sea la temperatura y la humedad en el sitio de anidación de las aves, aumenta la cantidad de larvas-vampiro que logran nacer en los polluelos. Se ha descubierto también, que entre más cercanos estén los nidos entre ellos, es más probable que los polluelos sean atacados por *Philornis*, por ejemplo, imagina un lugar donde hay pocos árboles debido a que fueron cortados. En este tipo de lugares es más fácil para los vampiro-parásitos encontrar los nidos que están cercanos, además, si hay pocos árboles, los padres de los polluelos viajan más lejos a buscar alimento y mamá mosca aprovecha ese descuido para atacar a los polluelos. Seguro te has dado cuenta de que en los lugares donde hay menos cantidad de árboles, **la temperatura** suele ser más alta y ahora sabemos que eso **favorece el nacimiento de las vampiro-larvas *Philornis***.

Pero eso no es todo, en las víctimas también hay situaciones que pueden contribuir a que se desarrolle esta historia de terror. Las aves pueden enfermarse o ser atacadas más fácilmente si su salud no es buena debido a otras causas, por ejemplo, que se envenenen lentamente con sustancias químicas que hay en el sitio donde viven, que hayan pocos árboles y alimento o que tengan otro tipo de parásitos.

¿Esta historia de terror ocurre en México?

México es un país con gran diversidad de seres vivos, entre ellos, especies de aves que son endémicas, es decir, que viven aquí y no se encuen-

tran en ninguna otra parte del mundo, por ello, **es importante conservar las familias de las aves endémicas**, así como las cosmopolitas, estas que se distribuyen en muchas regiones del planeta. Hay reportes de la presencia de *Philornis* parasitando polluelos de colibríes, palomas y otras aves en diferentes zonas del país. Sin embargo, en México existe muy poca investigación acerca de los vampiro-parásitos *Philornis*.

¿Se puede ayudar a las víctimas? Un final alternativo a esta historia

Esta historia de terror se desarrolla actualmente en varios países y suele ser tan grave que ya es un tema muy investigado, e incluso existen planes de manejo de insectos, aves y hábitat en islas Galápagos, donde los vampiro-parásitos son una seria amenaza y han estado involucrados en la disminución de especies endémicas de las islas, como los famosos Pinzones de Darwin. Situaciones similares ocurren con vampiro-parásitos y aves en otros países latinoamericanos donde ya hay gran avance de investigación.

En México, **es importante conocer tanto las especies de *Philornis* que atacan a las aves como las especies de aves que son susceptibles de ser utilizadas como víctimas**, así como determinar la letalidad de *Philornis* sobre los hospederos y la existencia de otros factores que agravan este problema. De esta manera, se podría tener un mejor final, orientando sobre el manejo de zonas donde viven y se reproducen aves, y que reúnen las características que favorecen el problema de su disminución causada por el parasitismo por *Philornis*.



Causton C.E., Cunninghame F y Tapia W. (2011-2012). «Management of the avian parasite *Philornis downsi* in the Galapagos Islands: a collaborative and strategic action plan». *Galapagos Report*, 167-173. https://www.researchgate.net/publication/258514533_Management_of_the_avian_parasite_Philornis_downsi_in_the_Galapagos_Islands_a_collaborative_and_strategic_action_plan

Manzoli D.E., Antoniazzi L.R. y Beldomenico P.M. (2011). «Cambio ambiental global, parásitos y la salud de sus hospedadores: las moscas parásitas del género *Philornis* en pichones de aves». *Revista Hornero*, 26(1), 45-53. https://www.researchgate.net/publication/262590544_Cambio_ambiental_global_parasitos_y_la_salud_de_sus_hospedadores_las_moscas_parasitas_del_genero_Philornis_en_pichones_de_aves

Medellín-Balderas M.J., Obregón-Zúñiga J.A. y Vergara-Pineda S. (2019). «*Philornis* sp. (Diptera: Musciadae) como parásito de *Zenaida Asiatica* (Linnaeus, 1758) (Aves: Columbidae) en la localidad de El Sabinito, Arroyo Seco, Querétaro». *Revista Entomología Veterinaria*, 6, 530-535. <http://www.entomologia.socmexent.org/revista/2019/EV/EV%20530-535.pdf>

Núñez-Rosas L.E., Ramírez-García E., Lara C. y Arizmen-di M. (2018). «Observación del parasitismo por moscas (*Philornis bellus*) en tres especies de colibríes del Occidente de México». *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89(3), 847-853. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532018000300847&lng=en&nrm=iso

ARTÍCULO

Muerte o supervivencia: Infecciones que dejan huella

Viridiana Alejandre Castañeda y Víctor Meza Carmen



Viridiana Alejandre Castañeda. Estudiante del Programa de Doctorado en Ciencias en Biología Experimental, Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
viridiana.alejandre@umich.mx

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

Quizás te resulte difícil imaginar que muchas de las personas que actualmente estamos leyendo este artículo estaríamos muertas o próximas a morir, claro si hubiésemos vivido en tiempos antiguos. Por ejemplo, la expectativa de vida en la Grecia Antigua era alrededor de los 20 años (1200 a. e. c. - 126 a. e. c.), durante el Imperio romano era de 22-25 años (26 a. e. c - 426 d. e. c.) o un poco más de los 35 años en la época medieval en la Gran Bretaña (500 d. e. c - 1500 d. e. c.). La baja expectativa en la supervivencia en aquellos tiempos puede ser explicada en gran parte por las hambrunas, alta mortalidad al nacer o en la infancia, guerras, plagas y terribles epidemias o

pandemias, eventos habituales en esas épocas. El impacto de estos factores causaba una alta mortalidad en las poblaciones, generando la baja expectativa de vida.

El cambio dramático en **el aumento de la supervivencia se experimentó durante el siglo XIX**, principalmente en los países occidentales, debido a diversos factores socioeconómicos y a las mejoras en los sistemas de salud por mencionar algunos. Esto ha dado como resultado que en la época actual la supervivencia ronde en promedio los 72 años a nivel mundial, siendo incluso mayor en países avanzados. Japón es uno de los países con la mayor sobrevida con 84 años, en cambio en México la esperanza de vida es de 74 años. De acuerdo a los avances en las ciencias médicas, **se predice que la supervivencia seguirá subiendo a nivel mundial**, aunque este aumento será más modesto en las próximas décadas, respecto al pasado siglo. Queda claro que mucho tiempo antes, una infección grave llevaba a la muerte, pero ahora con los avances médicos y nuestro estilo de vida, la gran mayoría sobrevivimos, aunque los responsables de estas

infecciones dejan a veces una huella profunda en nuestro organismo.

Infecciones en nuestra vida

Las infecciones en los seres humanos —tema de este artículo— son causadas por una amplia diversidad de microorganismos como los hongos, ciertos parásitos, bacterias, así como por las partículas virales. Aunque cualquier infección tiene cierto potencial de conducir a la muerte, algunas de ellas pueden ser detenidas. Es decir, **hay infecciones que se curan sin la necesidad de alguna intervención médica**, tal es el caso de infecciones por hongos en la piel (tiñas), en donde una apropiada higiene puede controlar exitosamente dichas infecciones, así como por la defensa que proporcione nuestro organismo ante ellas.

Sin embargo, existen otros tipos de infecciones que requieren una adecuada y oportuna intervención médica para controlarlas, ya que son causadas por diversos microorganismos patógenos en las cuales si no se ejecuta un adecuado manejo médico el paciente puede morir. Un ejemplo es el caso





de la meningitis (infecciones del sistema nervioso central).

Recientemente se ha logrado descifrar y controlar prácticamente cualquier infección mediante diversos enfoques, como son el uso de estrategias de salud pública (agua potable y drenaje), la aplicación de vacunas para evitar o erradicar enfermedades causadas por bacterias o virus (ej., sarampión, tosferina, tétanos, poliomielitis, entre otras), y un amplio arsenal de antibióticos, antivirales y fármacos, así como el uso de equipos de ayuda de soporte vital como hemodializadores, para el control de cardiopatías y respiradores, entre otros. Esto ha permitido vencer con gran éxito muchas infecciones que sin estos recursos serían mortales como es el caso del SIDA causado por el virus de inmunodeficiencia humana (VIH).

Este virus y el causante de la poliomielitis, son ejemplos de agentes infecciosos que pueden causar la muerte o tienen la capacidad de generar secuelas para toda la vida. Es totalmente evidente el cambio físico de aquellas personas que han padecido la poliomielitis, debido a que este virus ataca las células del sistema nervioso central, propagándose en las neuronas motoras de la médula espinal

lo que genera una parálisis temporal o permanente. Es decir, **una infección desarrolla cambios en ciertos pacientes a nivel orgánico de manera crónica**, generando una enfermedad de larga duración, la asociación de la afectación a nivel crónico de la poliomielitis es fácil de ver; sin embargo, otras infecciones conducen a otro tipo de afectaciones que no son fáciles de asociar.

Relación de infecciones con enfermedades crónicas

Quizás el aporte científico más impactante que asoció de forma directa una infección con enfermedades crónicas, fue la que generaron los doctores australianos Barry Marshall y Robin Warren, quienes describieron de una manera elegante y convincente que una simple bacteria llamada *Helicobacter pylori*, tiene el potencial de generar cáncer gástrico. Otro ejemplo está representado por el virus del papiloma humano, descubierto por el investigador alemán Harald zur Hausen, quien identificó este virus como un contribuidor del cáncer cervical. Con estas investigaciones, al menos este tipo de **infecciones están asociadas con la generación de ciertos tipos de cáncer**.

Estos investigadores recibieron el Premio Nobel de Medicina en el año de 2005 y 2008 respectivamente, por su contribución científica a la humanidad, que abrió toda una serie de teorías acerca de la asociación de diversos agentes infecciosos con enfermedades crónicas, no solo cáncer, sino también enfermedades neurológicas como el Parkinson, Alzheimer o endocrinas como la diabetes.

¿Qué sucede en los humanos y seguramente en muchos otros animales?

La respuesta está en explicar cómo un agente infeccioso, además de ser responsable de una infección en nuestro organismo, es el causante de generar una enfermedad a largo plazo (crónica) y posiblemente mortal.

Los agentes infecciosos **utilizan diversos factores de virulencia** y entendamos esta como cualquier recurso del agente infeccioso para causar daño al huésped, es decir, a nosotros. Estos factores de virulencia han evolucionado a la par de los mecanismos de defensa del huésped, como el fabuloso sistema inmune, con el que se desarrolla una verdadera guerra a nivel molecular entre los microorganismos y nuestro organismo.

Algunos mecanismos de virulencia son relativamente simples pero eficientes para el microorganismo, como es la secreción de moléculas para atrapar nutrientes (como el hierro), presentes en los tejidos del huésped que resultan ser esenciales para el crecimiento exitoso del agente infeccioso. Pero, otros mecanismos de virulencia involucran la generación de toda una maquinaria sofisticada para regular y controlar procesos fundamentales de las células del huésped y que estas hagan lo que necesita el agente infeccioso. Un ejemplo, es precisamente el que utiliza el virus del papiloma humano (VPH), que produce unas moléculas de naturaleza proteica, denominadas proteínas virales, encargadas de destruir a los reguladores clave del crecimiento celular del huésped. En pocas palabras, este virus controla la destrucción de estos reguladores que conlleva a una proliferación descontrolada de las células, dando como resultado la generación del cáncer cérvico uterino.

Infecciones que dejan huella

Estos dos mecanismos mencionados, describen la alteración de las funciones de las células de nuestro organismo u otro huésped, pero hay



que tener presente que, para causar daño de manera crónica, no es necesario la presencia permanente del agente infeccioso. La evidencia científica también apunta a que **ciertos agentes infecciosos dejan una huella permanente en nuestros genomas** (material genético que heredamos) que puede afectar las funciones celulares a pesar de que el agente infeccioso haya sido eliminado del huésped. Algunas de estas alteraciones en nuestros genomas son conocidas como cambios epigenéticos, que no involucran una mutación de nuestro material genético.

Por ejemplo, recordemos nuevamente a *Helicobacter pylori*, que puede generar cambios en el material genético a través de la adición de un grupo metilo (metilación), que modifica la estructura de ciertos nucleótidos en la secuencia de ADN de un gen regulador clave de la inflamación, que queda permanentemente activado y genera inflamación crónica en los tejidos de la mucosa gástrica, este proceso persiste aunque la bacteria haya sido eliminada con antibióticos. Esto es un claro ejemplo de epigenética y la relación clara entre un agente infeccioso y enfermedades crónicas que cursan con inflamación.

Las enfermedades crónicas, como las antes mencionadas, son las más comunes y costosas en su tratamiento en los países avanzados como en los Estados Unidos de Norteamérica, las cuales generan hasta siete de cada diez muertes. De estas, las

enfermedades cardiovasculares y el cáncer generan más del 50 % de las muertes, por lo tanto, existe una creciente **necesidad de entender la relación entre los procesos infecciosos y las enfermedades crónicas** para poder controlarlas.

¿Qué ocurre con el virus SARS-CoV-2?

Sabemos ahora que el virus denominado SARS-CoV-2 —responsable de la enfermedad COVID-19 y que recordaremos como una de las pandemias de millones de muertes de este siglo— deja secuelas, es decir, huellas que, aunque se desconocen en su totalidad, se ha reconocido que persisten alteraciones en diferentes órganos de algunos de los que la padecieron y que por fortuna sobrevivieron. Se reportan afecciones en el cerebro, riñones y corazón, con afecciones cardiovasculares y posible afectación neurológica, entre otras, a largo plazo. Esto significa que, aunque el virus ya no esté presente en nuestro organismo, existe el potencial de que su presencia deje huellas que se vayan a reflejar en un futuro.

Si sobrevivimos a un agente infeccioso grave como algunos de los mencionados, con seguridad dejarán huellas. Por eso, el estudio fisiopatológico (proceso de daño) de las infecciones en nuestro organismo, no debe limitarse al evento activo de la infección que involucraría la presencia del patógeno, sino también a su asociación con otros eventos que culminen en ciertas enfermedades crónicas degenerativas.



Fernández-Cruz-Pérez E. y Rodríguez-Sainz C. (2013). «Inmunología de la poliomielitis: vacunas, problemas para la prevención/erradicación e intervenciones de futuro». *Revista Española de Salud Pública*, 87(5), 443-454. http://scielo.isciii.es/pdf/resp/v87n5/03_colaboracion_especial2.pdf

Omran A.R. (2005). «The epidemiologic transition: a theory of the epidemiology of population change. 1971». *The Milbank Quarterly*, 83(4), 731-757. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2690264/>

Romo Domínguez K.J., Saucedo Rodríguez E.G., Hinojosa Maya S., Mercado Rodríguez J.Y., Uc Rosaldo J.E., Ochoa García E., Madrid Mejías W., Olmedo Jiménez A., Razo Rodríguez R. del, García Colín, E.R., Velázquez Serratos J.R.,... Padilla Benítez T. (2020). «Manifestaciones clínicas de la COVID-19». *Rev. Latin. Infect. Pediatr.*, 33(s1): 510-532. <https://www.medigraphic.com/pdfs/infectologia/lip-2020/lips201c.pdf>

ARTÍCULO

Los insectos y el olor de la muerte

Yensi Recinos-Aguilar y Julio C. Rojas



Yensy Recinos-Aguilar. Grupo de Ecología de Artrópodos y Manejo de Plagas, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula, Chiapas.
recinosym@hotmail.com

Julio C. Rojas. Grupo de Ecología de Artrópodos y Manejo de Plagas, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula, Chiapas.
jrojas@ecosur.mx

Los insectos han demostrado tener las cualidades y características necesarias para aportar información relevante durante una escena forense. Su gran abundancia, su pequeño tamaño, su fácil acceso a casi cualquier escenario y su capacidad de localizar restos en descomposición, los ha situado como **agentes potenciales para estimar el tiempo transcurrido desde su llegada a un cadáver y su hallazgo**, conocido como intervalo post mortem mínimo. Además, se ha demostrado que los insectos son piezas claves en el establecimiento de posibles situaciones y causas asociadas a la muerte. Por ejemplo, en el traslado de un cuerpo,

al encontrarse evidencias entomológicas que no corresponden con el sitio del hallazgo, evidencia de sustancias tóxicas o drogas en el contenido gástrico de las larvas que se alimentan directamente del cadáver o, incluso algunas situaciones de maltrato y negligencia en el cuidado de adultos mayores y niños.

Es así que, la **entomología forense**, dentro del área médico-legal, se ha situado como una rama de las ciencias forenses encargadas de estudiar aquellos insectos asociados directamente con el proceso de descomposición de un cadáver y su utilidad en la resolución de casos judiciales.

Pero, ¿cómo los insectos pueden localizar un cadáver a kilómetros de distancia?

Los insectos poseen receptores quimio-sensoriales ubicados prácticamente en todo el cuerpo, pero estos ocurren más frecuentemente en las antenas, que equivalen a la nariz en los insectos. **Las neuronas olfativas están invaginadas en los pelos (sénsulos) de las antenas**, en donde puede haber

hasta miles de estos, como es el caso de las antenas de la mosca *Calliphora* sp., una especie encontrada al inicio de la descomposición del cadáver. Este tipo de neuronas son las responsables de dotar a los insectos de esa capacidad infalible para detectar un cadáver a partir del olor que el cuerpo comienza a liberar una vez se ha producido el deceso.

La mayoría de los componentes del olor de la muerte son compuestos químicos volátiles, es decir, que se propagan fácilmente a través del aire, llevando información esencial o útil para los insectos atraídos a este tipo de recursos en donde encontrarán sitios de alimentación, parejas o lugares para la oviposición.

Los insectos, en general, interactúan diariamente con un gran número de olores producidos por los diferentes organismos de su medio (plantas, otros insectos y otros organismos). De esta gama de compuestos volátiles, ellos son **capaces de identificar y responder únicamente a aquellos que les son ecológicamente relevantes**, generando en ellos una respuesta específica en su compor-



Ejemplar de mosca macho de la familia Sarcophagidae. Los miembros de esta familia generalmente son observados sobre restos en descomposición. Fotografía: Eduardo Rafael Chamé Vázquez.



tamiento o en su fisiología.

En el caso de las moscas necrófagas, se ha demostrado que la actividad de algunas de sus neuronas olfativas, responden de manera inmediata ante el estímulo de un determinado olor, generando un espectro de respuestas fisiológicas y que eventualmente, junto con la integración de otros estímulos en el cerebro, desencadenan el comportamiento del insecto, mientras que otras neuronas prácticamente no muestran señal de actividad. Este comportamiento peculiar a determinadas moléculas de olor, representa una ventaja para estas moscas al momento de evaluar las condiciones del cadáver, identificando a distancia, si el cadáver presenta las condiciones necesarias para que sus larvas puedan alimentarse sin competencia o sin correr el riesgo de ser depredadas por otros organismos, es decir, **las moscas tienen la capacidad de reconocer si el cadáver se encuentra al inicio o al final de la descomposición.**

La respuesta específica de las moscas a algunos de los compuestos volátiles emitidos por el cadáver, puede ser uno de los principales factores involucrados en la sucesión de insectos que se ob-

serva a lo largo de la descomposición de un cadáver, facilitando a los investigadores asociar el tiempo de llegada de estos insectos con el tiempo de muerte.

Entonces, ¿a qué huele la muerte?

Una vez que la muerte se produce, inmediatamente una serie de procesos bioquímicos tienen lugar a nivel celular. La autólisis generalizada que va presentado el cadáver, propicia que las barreras tisulares que mantenían al margen a los microbios como *Lactobacillus*, *Clostridia*, *Streptococcus*, *Coliformes*, *Proteus*, *Pseudomonas*, entre otros más, presentes en el cuerpo, principalmente el sistema digestivo, se dispersen y degraden carbohidratos, proteínas y lípidos, produciendo diferentes compuestos químicos responsables de los cambios de color, olor y consistencia de un cadáver.

Durante el primer estado de putrefacción, **se libera una gran cantidad de compuestos volátiles al ambiente**, y aunque aún no se han caracterizado todos, la mayoría de los estudios enfocados en este campo, coinciden en que los responsables de este olor particular, se debe a las grandes cantidades de **compuestos sulfurados** (dimetil sulfuro, dimetil di-

sulfuro y dimetil trisulfuro), así como a compuestos productos de la fermentación (metano, hidrógeno, sulfuro de hidrógeno y dióxido de carbono). Algunos otros compuestos de importancia forense son producto de la fermentación de alcoholes (etanol y butanol), acetona, y aquellos compuestos producto de la **desnaturalización de proteínas** (putrescina y cadaverina).

Sin embargo, como se mencionó anteriormente, el perfil de olores va cambiando, ya que la **descomposición es un proceso dinámico**, por lo que estas moléculas nunca se encuentran en la misma concentración y proporción. Se ha demostrado que el olor de la muerte es responsable de la atracción principalmente de moscas de la familia Calliphoridae, Sarcophagidae y Muscidae. Pero es interesante saber, que no todas son atraídas al mismo tiempo o con el mismo propósito, ya que al cadáver pueden llegar hembras grávidas, no grávidas y machos. Por lo tanto, es importante analizar cuáles y en qué concentración estas moléculas desencadenan la atracción de una especie en un estado fisiológico determinado.

¡Te contamos más!

Es importante saber que esta mezcla de compuestos que se liberan constantemente durante la descomposición de un cadáver, está influenciada principalmente por varios **factores ambientales como la temperatura y la humedad**. Se ha observado que ambos factores abióticos juegan un papel importante en la velocidad de desarrollo de los microorganismos que se alimentan directamente del tejido en descomposición. Las bajas temperaturas, generalmente ralentizan el metabolismo y la proliferación de los microorganismos en el cadáver, propiciando una degradación inicial lenta de los tejidos.

Esta desacelerada participación de los microorganismos en la destrucción de las macromoléculas, evita que los compuestos volátiles, productos de estas reacciones primarias, sean liberados al ambiente en grandes cantidades, como sucede en condiciones de temperatura y humedad elevadas. Sin embargo, aunque las moléculas volátiles se liberen lentamente y el olfato humano no sea capaz de percibir la presencia de un cadáver bajo estas condiciones, se ha observado que las neuronas olfativas de

los insectos han evolucionado para detectar estas pequeñas trazas de olor difundidas en el ambiente.

No obstante, es necesario también considerar que, durante la descomposición de un cadáver, participan una variedad de **factores bióticos que pueden interferir en el proceso de atracción de las moscas**. Ejemplo de esto, es la misma actividad de las especies que llegan al cadáver, en consecuencia, existe un momento en que es visible una gran cantidad de larvas sobre el cadáver, evitando que las moscas adultas realicen nuevas puestas de huevos sobre el tejido restante. Estas observaciones, hacen suponer que en estas condiciones, se emiten compuestos volátiles que inhiben a las hembras para nuevas puestas de huevo y, por consiguiente, a los machos para la búsqueda de pareja.

Por otra parte, se pueden mencionar los casos de depredación o parasitismo en cuerpos en descomposición como ocurre con las **avispas parasitoides** (*Alysia manducator*, Hymenoptera: Braconidae), que parasitan huevos de la mosca azul (*Calliphora vicina*, Diptera: Calliphoridae), por lo que se les ha visto presentes sobre el cadáver, una vez que estas moscas han colocado sus huevos. Sin embargo, en estos casos, los compuestos químicos que atraen a estos parasitoides, aún no se han identificado. Además, se desconoce si son volátiles liberados por el cuerpo en descomposición o si son producidos por las moscas durante su actividad sobre el cadáver.

Si bien, los compuestos volátiles producto de la actividad de los microbios han sido estudiados durante mucho tiempo, no se sabe casi nada sobre el impacto de la alimentación y actividad de los insectos en la emisión de compuestos, que pudiera influir directamente en la llegada de especies posteriores.

¿Qué estudios se hacen en México sobre este tema?

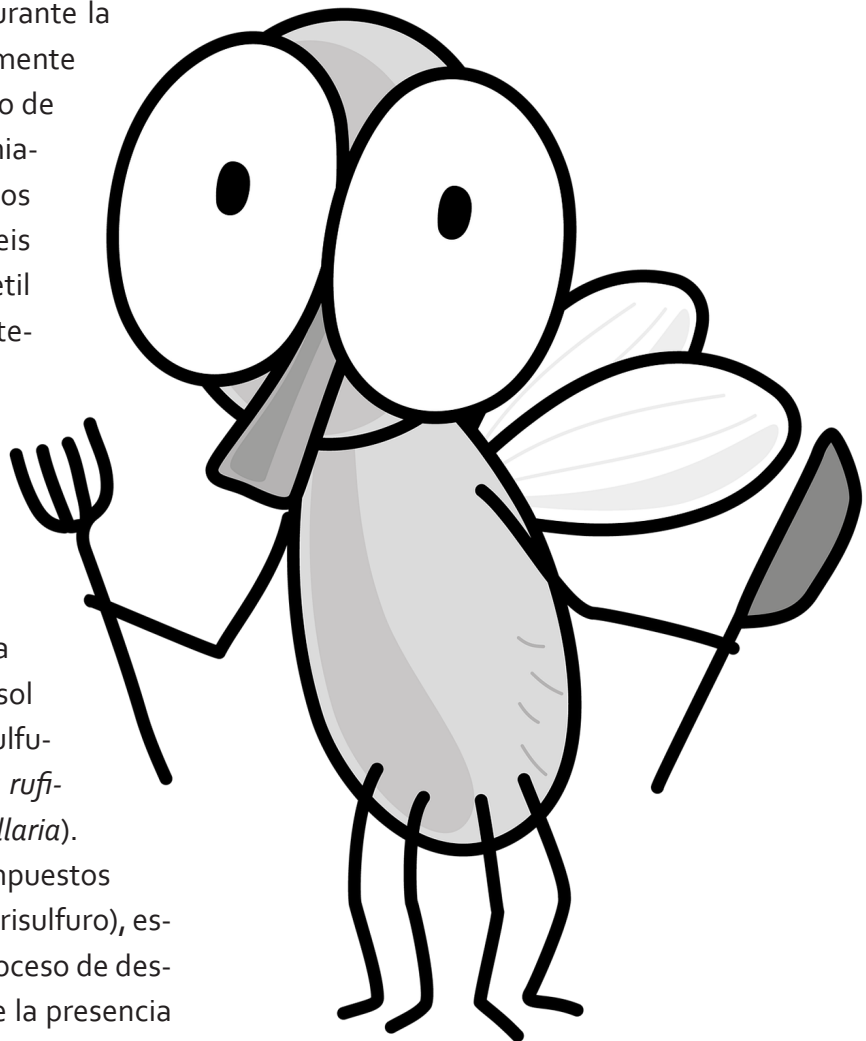
En México, actualmente el estudio de insectos está principalmente enfocado en solucionar problemas asociados con la sanidad vegetal y vectores transmisores de enfermedades, como mosquitos y chinches hematófagas. No obstante, aunque la **entomología forense cobró interés a finales de los 90 del siglo pasado**, los estudios se han centrado en la caracterización de la entomo-

fauna asociada a los cadáveres. Los primeros estudios fueron realizados por el personal del Servicio Médico Forense y de Antropología Forense de la Procuraduría General de Justicia de la Ciudad de México. Siguiendo algunas universidades y procuradurías ubicadas en los estados de Baja California, Chihuahua, Nuevo León, Tamaulipas y Coahuila, y recientemente se han unido algunas instituciones del sur del país.

En el caso específico del estudio y análisis de los compuestos volátiles liberados durante la descomposición de un cadáver, únicamente se han realizado estudios en El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Tapachula, Chiapas. Los resultados de estos estudios han demostrado la presencia de seis compuestos químicos volátiles (dimetil disulfuro, dimetil trisulfuro, dimetil tetrasulfuro, fenol, indol, p-cresol), emitidos en diferentes cantidades relativas según el tiempo de descomposición. De estos compuestos, se observó una asociación aparente entre los momentos de su mayor emisión con la presencia de moscas de interés forense (p-cresol con *Lucilia eximia*, fenol, dimetil disulfuro y dimetil trisulfuro con *Chrysomya rufifacies* e indol con *Cochliomyia macellaria*). Además, se demostró que los compuestos azufrados (dimetil disulfuro y dimetil trisulfuro), estuvieron presentes durante todo el proceso de descomposición, independientemente de la presencia

de larvas de moscas sobre los cadáveres. También se logró identificar que el **mayor porcentaje de moscas que visitan un cuerpo en descomposición son hembras grávidas**, siendo más abundantes en los restos con un mayor tiempo de descomposición.

Aunque las investigaciones aún son escasas, el panorama es alentador, y se espera que en un futuro cercano los estudios se incrementen y su aplicabilidad pueda ser parte de los procesos legales en el país.



Espinoza-Díaz C., Verdugo-Guilcaso A., Saquipay-Ortega H., Velásquez-Zambrano C., Ganan-Perrazo J., Falconez-Cobeña K., Nuñez-Pérez M. y Morales-Carrasco A. (2020). «La entomología forense en Latinoamérica». *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 39(1), 29-34. http://revistaavft.com/images/revistas/2020/avft_1_2020/8_entoma.pdf

Recinos-Aguilar Y.M., García-García M.D., Malo E.A., Cruz-López L., Cruz-Esteban S. y Rojas J.C. (2020). «The succession of flies of forensic importance is influenced by volatiles organic compounds emitted

during the first hours of decomposition of chicken remains». *Journal of Medical Entomology*, 57(5), 1411-1420. DOI: 10.1093/jme/tjaa064

Recinos-Aguilar Y.M., García-García M.D., Malo E.A., Cruz-López L. y Rojas J.C. (2019). «The colonization of necrophagous larvae accelerates the decomposition of chicken carcass and the emission of volatile attractants for blowflies (Diptera: Calliphoridae)». *Journal of Medical Entomology*, 56(6), 1590-1597. DOI: 10.1093/jme/tjz104

ARTÍCULO

La mirada de los infantes de Yunuén

María del Carmen Mejía Argote



Dibujos realizados por las y los niños de Yunuén, el 7 y 8 de diciembre de 2016.
Fotografía: Gabriela Medina.

María Carmen Mejía Argote. Profesora-Investigadora en la Facultad de Economía de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

maria.mejia@umich.mx

La isla de Yunuén es una comunidad indígena que se localiza muy cerca de Janitzio, en el lago de Pátzcuaro, en Michoacán, México. Tiene una extensión de siete hectáreas; sin embargo, en 2016 algunos de sus habitantes señalaron que el nivel del agua ha bajado tanto que posiblemente la superficie de la isla ya tenga 10 hectáreas. **Yunuén registra 107 habitantes —46 hombres y 61 mujeres (INEGI, 2020)—**, los cuales integran 22 familias. La pesca es la principal actividad de la mayoría de la población. No obstante, esta labor no

aporta todo el sustento a las familias, por lo que los isleños deben realizar actividades complementarias, como albañilería, comercio y la oferta de servicios turísticos en las cabañas. Esta última surgió a mediados de los años 90 como una alternativa para dar empleo a los habitantes y evitar el éxodo de las familias de Yunuén.

A partir del trabajo de campo que realicé en la isla, me planteé la siguiente pregunta: **¿Cuál es la percepción de los infantes acerca de los recursos naturales que los rodean?** En un primer momento mi intención no era trabajar con las niñas y niños, esto se dio de manera natural, debido a que casi de inmediato empezaron a hacer preguntas, entablando una comunicación fluida y espontánea que me permitió posteriormente el contacto para entrevistar a los adultos, sus madres y padres.

El encuentro con los estudiantes de primaria

En un salón de clases se encontraban nueve niñas (Paola, Cecilia, Jazmín, Adriana, Karla, Cinthia, Itzel, Montse y Dulce) y cinco niños (Fredy, Mauricio, Erick, Adal y Adrián) de diferentes edades, desde primero hasta sexto año de primaria,

a cargo de un maestro. Para romper el hielo y que me conocieran, iniciamos con una actividad de presentación. Ellas y ellos contaban sus aspiraciones a futuro. Algunos consideraban vivir en la isla cuando fueran mayores, mientras que otros pensaban irse. Escogieron estas profesiones: doctores, maestras, policías, chef y **Erick, dijo que quería ser pescador.** En la escuela estaba serio y participó poco, pero por la tarde, al entrevistar a su mamá y a su papá, toda la familia sacaba el pescado de la red y Erick se veía feliz.

Otra de las actividades que se realizó con los infantes consistió en que cada uno nos enseñara su lugar favorito o secreto de la isla. Por lo general, estos espacios estaban cerca de las casas familiares. Como parte de esta dinámica, el grupo se trasladaba de un lado a otro y **los infantes iban explicando las actividades que asociaban con cada lugar.** Cuando estábamos en la orilla del lago, Paola comentó que su papá le había dicho que el nivel del agua había descendido significativamente: antes bajaban a lavar la ropa y a bañarse junto al lago, y los más chicos jugaban en la orilla mientras esperaban a que su mamá terminara de lavar. Esta rela-



Dibujos realizados por las y los niños de Yunuén, el 7 y 8 de diciembre de 2016.
Fotografía: Gabriela Medina.



Dibujos realizados por las y los niños de Yunué, el 7 y 8 de diciembre de 2016.
Fotografía: Gabriela Medina.

ción tan cercana con el agua del lago no existe más, puesto que ahora tienen una tubería y un pozo que suministran el agua a las cabañas y a las casas de la comunidad.

Adriana, que vive cerca de la iglesia y cuyo padre es el encargado de mantenerla limpia, escogió la iglesia como su lugar favorito. Al preguntarle si estaba aprendiendo a pescar, la respuesta fue la siguiente:

No, solo a los niños les enseñan (...) porque dicen nuestros papás que las mujeres no pueden pasar por donde se extiende la red en el suelo porque les sale una víbora y se les enrolla en el cuello, y que los hombres sí pueden pasar (...). Porque a veces tiran la red en el piso y cuando uno pasa por allí le dicen que se lo van a poner en el cuello (...). Porque **las mujeres hacen comida y los hombres pescan** (Adriana, nueve años, diciembre de 2016).

Experiencia con infantes de preescolar

Se realizó una actividad de dibujo con tres niñas (Janet, Regina y Joselyn) y un niño (Adalberto)

de preescolar. Consistió en que dibujaran en cartulinas que se colocaron en la pared afuera del salón de clases. Las niñas y el niño querían quedarse adentro del salón y trabajar en las mesitas, pero me interesaba sacarlos del espacio cerrado para observar cómo interactuaban con la isla. Este espacio es como una casa particularmente grande —contiene a 22 familias— en donde **todos tienen vínculos de parentesco**.

Los dibujos de Janet trazaron las manos de su papá, su mamá, sus hermanos y de ella, pero las figuras que estaban en el centro, que también eran las más grandes, correspondían a su abuela y abuelo. Ella dibujó dos canoas: dice que una es de ella.

Por su parte, Regina trazó una figura muy grande, la de su papá; otras de menor tamaño que eran la de su mamá, y otras más chicas, que la representaban a ella y sus hermanos. Dibujó agua arriba de las cabezas de todos y abajo, en los pies de todos. Significativamente, la figura más grande que dibujó Adalberto también era la de su papá; su mamá era, también, una figura de menor tamaño. Adalberto dibujó agua en la parte de abajo donde está su nombre.



A las 11 de la mañana hubo un receso para niñas y niños de preescolar y primaria, se fueron a su casa a almorzar con la familia y regresaron a la escuela una vez que terminaron. Al finalizar el horario de escuela, se dirigieron al restaurante de las cabañas porque ahí se encontraban sus madres realizando alguna actividad vinculada a la preparación de alimentos y el aseo. A su vez, los padres se ocuparon de la reparación y el mantenimiento de las cabañas, que es la **tarea que normalmente les corresponde**.

En una ocasión, me tocó presenciar la *faena*. **Se trata de una actividad que involucra a toda la comunidad en la construcción, reparación, limpieza o mantenimiento de alguna de las cabañas.** Participa un miembro de cada una de las 22 familias enroladas en la cooperativa de las cabañas ecoturísticas. Ese día, se daba mantenimiento al techo

de dos de ellas. Los hombres de entre 20 y 30 años estaban en el techo, las mujeres se encargaban de llevar tejas y pintar paredes, y los infantes se encontraban alrededor de las abuelas y madres.

A través de los dibujos y los lugares favoritos que mostraron, tuve acceso a la **mirada que las niñas y los niños tienen de su hogar**. Pintan la isla como media luna, lo que coincide con la visión que se tiene de Yunuén al acercarse en la lancha. Pero en sus dibujos también está presente la familia con la que conviven diariamente: abuelo(a)s, papá, mamá, hermano(a)s, y las actividades que realizan para obtener ingresos, principalmente relacionadas con el trabajo en las cabañas y con la pesca. **En las tareas cotidianas hay una clara división de género**, que incluso se manifiesta en los dibujos. De ahí esta experiencia de Yunuén desde la mirada de sus infantes.



Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*. México. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Microdatos>

Mejía Argote M.C. (2018). *Relaciones de género y prácticas sustentables. Estudio de caso en la comunidad indígena de Yunuén, Michoacán* [Tesis de doctorado]. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/4349/

FEVAQ-D-2018-0080.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Montes Vega, O.A. (2016). Imaginarios fragmentados en una isla en continua transformación. Efectos del nacionalismo, del liberalismo y del neoliberalismo en Yunuén (Lago de Pátzcuaro). En J. Uzeta y J.E. Zárate (Eds.), *Los lenguajes de la fragmentación política* (pp. 101-122), El Colegio de Michoacán. http://anchecata.colmich.edu.mx/janium-bin/janium_login_opac.pl?find&ficha_no=139702

ARTÍCULO

Fibrosis: Héroe o asesino silencioso

Fabiola Vázquez Lemus y Víctor Meza Carmen



Fabiola Vázquez Lemus. Egresada de la Facultad de Químico Farmacobiología, tesista del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

1419538e@umich.mx

Víctor Meza Carmen. Profesor Investigador del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

victor.meza@umich.mx

Al escribir estas líneas no pudimos dejar de ver algunas cicatrices que nos ha dejado la vida, las cuales surgieron entre juegos y accidentes, seguramente todos tenemos más de una. Es curioso notar que la forma del tejido de dichas cicatrices es distinta, e incluso la sensibilidad al tacto es diferente, en comparación con otras áreas sanas de la piel, lo que significa un cambio en la función de las células que formaron estas cicatrices respecto a las células normales del tejido circundante. Ese tejido que se formó para generar una cicatriz, provino de **células especializadas que generaron**

una especie de «cemento» (matriz extracelular) para volver a unir ese pedazo de piel que se afectó. Es decir, esas cicatrices fueron fundamentales para mantener la integridad de la piel en nuestro cuerpo y de esta manera evitar posibles infecciones u otras afectaciones.

Cicatrización y fibrosis

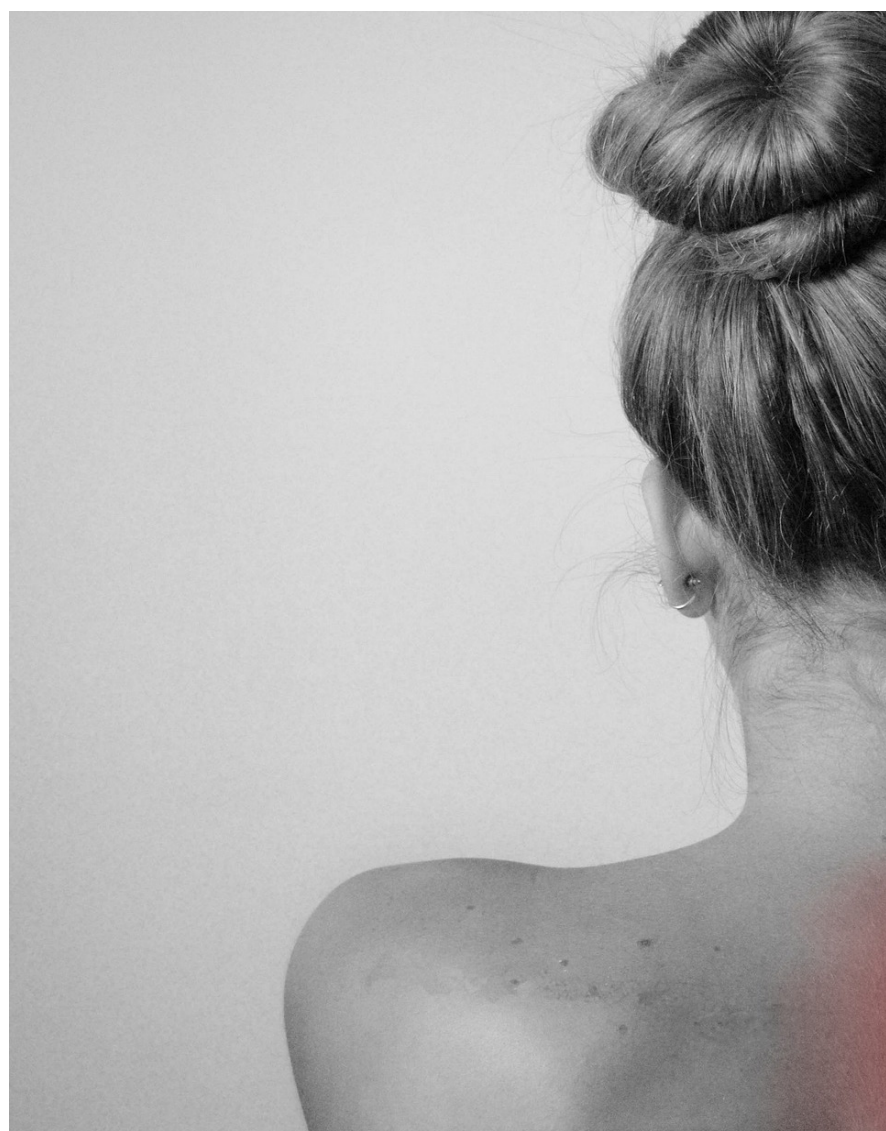
Sin embargo, indagando sobre este proceso de cicatrización, para nuestra desgracia, la mayoría de nuestros tejidos lo experimentarán de manera más exacerbada conforme vayamos envejeciendo. Hay que mencionar que **con el envejecimiento ocurren cambios metabólicos que afectan prácticamente todas nuestras funciones vitales**. Uno de estos cambios se relaciona con el aumento en la generación de «cicatrices» en todos nuestros tejidos, el cual se conoce como **tejido fibrótico**.

En esencia, la fibrosis se podría definir como el crecimiento excesivo, endurecimiento y cicatrización de los tejidos y, debido a esta cicatrización excesiva, **se puede afectar la función de múltiples órganos y sistemas en nuestro cuerpo**, incluidos, entre otros, los vasos sanguíneos, corazón, pulmones, riñones, hígado y piel. Es decir, a diferencia de otras enfermedades devastadoras como el cáncer, que solo afecta a cierta parte de la población, el descontrol en el proceso de la fibrosis, conocida como fibrosis patológica, tiene el potencial de afectarnos a todos, debido a la fuerte correlación entre el aumento en la fibrosis y el envejecimiento.

Hay que mencionar también y separar los procesos de desregulación que suceden durante la fibrosis asociados a enfermedades que pueden ocurrir desde el nacimiento, o en individuos relativamente jóvenes, como son los terribles casos de **fibrosis quística**, la cual afecta desde el nacimiento a ciertos individuos con un desorden a nivel genético, o el caso de la **cirrosis hepática**, causada por diversos factores como el consumo excesivo de alcohol o la infección por ciertos virus como el de la hepatitis C. Estos tipos de fibrosis posiblemente tengamos la oportunidad de describirlas en otra ocasión.

Hay que hacer notar que la fibrosis que esta-

mos describiendo en este artículo, es aquella que ocurre de manera normal (como las cicatrices que nos hemos hecho) y está presente en un individuo sano desde su nacimiento. Aunque hay que aclarar que el proceso de fibrosis está muy controlado en personas jóvenes y, lejos de perjudicarnos, es indis-



pensable para mantener nuestros tejidos funcionando normalmente. Sin embargo, en las personas de edad avanzada, este proceso que era normal en la juventud se descontrola. Uno podría pensar ¿Qué más da que se exacerbe la fibrosis con la edad?, pero déjanos contarte que la capacidad regenerativa de los tejidos está limitada por el aumento o el descontrol del proceso fibrótico.

Efectos del descontrol del proceso fibrótico

Como mencionamos, esta disminución de la capacidad regenerativa de los tejidos, asociada al descontrol de la fibrosis, afecta negativamente la función de diversos órganos y sistemas, como el corazón, pulmones, sistema nervioso central y riñones. Se estima que los **trastornos fibróticos** contri-



buyen con el 45 % de todas las muertes en los Estados Unidos de América. Por ejemplo, la fibrosis pulmonar idiopática (FPI, idiopática, de causa desconocida) es una enfermedad pulmonar progresiva y mortal, para la cual actualmente no se cuenta con un tratamiento médico eficaz. El envejecimiento es un factor de riesgo de la FPI, de allí que la incidencia y prevalencia aumentan con una edad mayor de 65 años al momento del diagnóstico. A pesar de la fuerte asociación entre el envejecimiento y la FPI,

existen pocos estudios respecto a los mecanismos celulares y moleculares que expliquen su relación con la edad avanzada, ¿no te gustaría ser tú quien descubra esta asociación? De igual manera, aquellas personas de más de 60 años que sufrieron un infarto al miocardio son más propensas a generar una mayor cantidad de tejido fibrótico en el corazón, respecto a personas jóvenes que hayan padecido de igual forma un infarto.

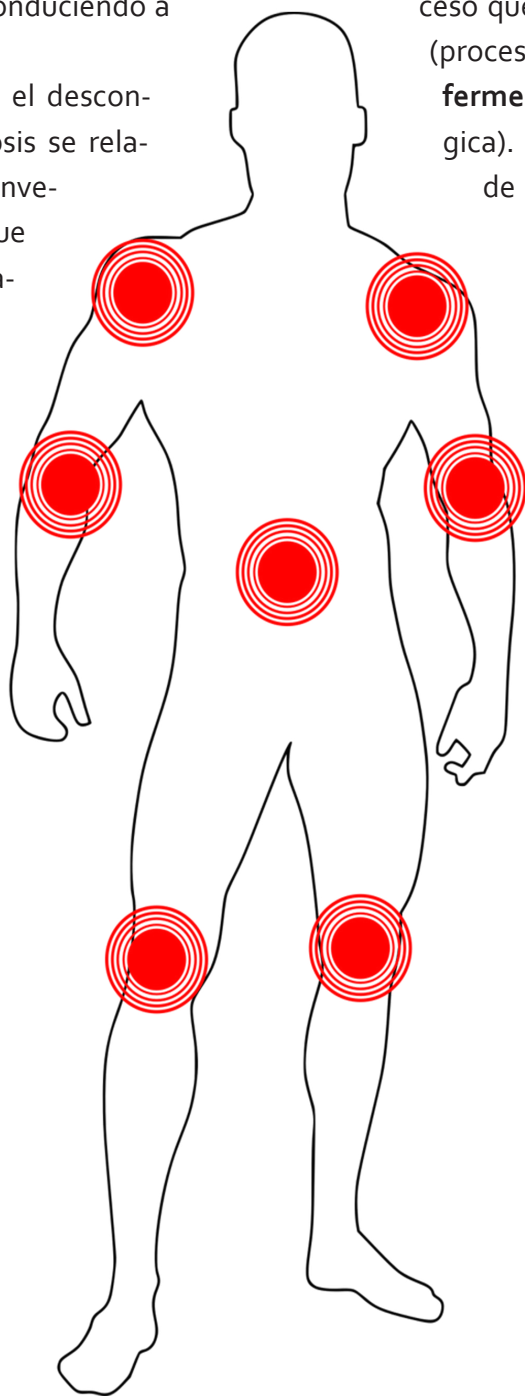
El envejecimiento es el principal factor (incluso más que la obesidad o la diabetes) de riesgo de la hipertensión y de accidentes cardiovasculares. Para que dimensionemos el problema, la hipertensión afecta a cerca de 1.5 mil millones de personas a nivel mundial, es decir, cerca de 12 veces la población de México. Con el envejecimiento, los vasos sanguíneos sufren cambios estructurales y funcionales caracterizados por una remodelación, lo que conduce a una excesiva rigidez de dichos vasos.

Afortunadamente, los científicos han identificado componentes clave, como los **marcadores moleculares para la descripción del proceso fibrótico**. En términos generales, las células normales al percibir un estímulo, como una herida, liberan ciertos factores de crecimiento como el llamado TGF- β (factor de crecimiento transformante-Beta), que estimula la diferenciación (transformación) de las células «originales» (ej. células epiteliales) hacia un tipo distinto de células, llamadas miofibroblastos, las cuales secretan ciertos compuestos que conforman la matriz extracelular (el cemento antes descrito), cuyos componentes son el colágeno, fibrina y glucoproteínas, entre otros. Esta secreción excesiva de la matriz extracelular resulta finalmente en la formación del tejido fibrótico característico de las cicatrices. Esta matriz extracelular generada alrededor de los miofibroblastos crea una alteración del tejido, por lo tanto, impide su adecuada función.

Cabe aclarar que el TGF- β se encuentra normalmente formando parte de la matriz extracelular, pero este factor de crecimiento es inactivo ya que está «atrapado» por ciertas proteínas. Sin embargo, al presentarse una herida se activan ciertas

enzimas que degradan a las proteínas (proteasas) que atrapaban a dicho factor, conduciendo a su liberación y, por ende, a su activación. Esto induce la diferenciación celular hacia los miofibroblastos produciendo una gran cantidad de componentes de la matriz extracelular y conduciendo a la fibrosis.

Como podemos observar, el descontrol que ocurre durante la fibrosis se relaciona estrechamente con el envejecimiento, lo cual sugiere que independientemente de lo saludables que pudiéramos llegar a la vejez, el aumento de la fibrosis conducirá a una eventual falla de uno o más órganos de nuestro cuerpo, lo cual finalmente terminará con un desenlace mortal. Sin embargo, a pesar de esto, la ciencia ofrece una alternativa positiva para el control de la fibrosis.



¿Cómo controlar la fibrosis?

Podríamos concluir que la fibrosis, como la descripción en la mitología Griega de las Moiras, quienes giraban el hilo de la vida y decidían la muerte de los seres humanos, es un proceso que **tiene un papel dual en la salud** (procesos de fibrosis normal) **y en la enfermedad** (fibrosis exacerbada o patológica). El control de la fibrosis es un área de investigación muy activa a nivel mundial, ya que su entendimiento ofrecerá no solo la posibilidad de controlar enfermedades que la involucran, tales como la fibrosis quística y la cirrosis, entre otras, sino también la posibilidad de retrasar el proceso de envejecimiento al regenerar los órganos afectados por este proceso.



Harvey A., Montezano A.C., Lopes R.A., Rios F. y Touyz R.M. (2016). «Vascular fibrosis in aging and hypertension: Molecular mechanisms and clinical implications». *The Canadian Journal of Cardiology*, 32(5), 659-668. <https://www.onlinecjc.ca/action/showPdf?pii=So828-282X%2816%2900215-4>

Ocampo J.M. y Gutiérrez J. (2005). «Envejecimiento del sistema cardiovascular». *Revista Co-*

lombiana de Cardiología, 12(2), 53-63. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So120-56332005000400002

Zorrilla-García A.E. (2002). «El envejecimiento y el estrés oxidativo». *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 21(3), 178-185. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So864-03002002000300006&lng=es&tlng=es

ARTÍCULO

Redescubriendo el murciélago amarillo de Infiernillo

Iván Díaz-Pacheco y Joaquín Arroyo-Cabrales



Iván Díaz-Pacheco. Profesor de Asignatura en la Licenciatura de Desarrollo Sustentable, Universidad Intercultural Indígena de Michoacán. Pátzcuaro, Michoacán.

diaz_pacheco@yahoo.com.mx

Joaquín Arroyo-Cabrales. Laboratorio de Arqueozoología, «M. en C. Ticul Álvarez Solórzano», Subdirección de Laboratorios y Apoyo Académico, Instituto Nacional de Antropología e Historia. Ciudad de México.

arromatu5@yahoo.com.mx

Primero... La historia de este singular murciélago

Haremos un poco de historia sobre este particular murciélago amarillo michoacano:

(...) existe un ejemplar depositado en el Instituto de Biología, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en la Ciudad de México, bajo el número de catálogo IB8594, que corresponde a un ejemplar físico del murciélago amarillo denominado como del Infiernillo, correspondiente a un macho adulto procedente de una localidad a 20 kilómetros al norte de El Infiernillo, en el estado de Michoacán, que se capturó a una altitud de 125 metros. Este espécimen es considerado como

holotipo, es decir, es el ejemplar único que se utilizó para describir a la especie por primera vez para la ciencia y, **fue colectado por Ticul Álvarez el 29 de noviembre de 1964** (Portal de datos abiertos UNAM), aunque el biólogo no supo que este era una nueva especie. Fue hasta 1973, que el científico Richard LaVal, corroboró que este murciélago no correspondía a las descripciones hechas en esos años para los murciélagos amarillos existentes, por lo que revisó minuciosamente el ejemplar, y demostró que se trataba de una nueva especie para la mastozoología mexicana clasificada como *Rhogeessa mira* Laval 1973.

Continuando con la historia, pero ahora en tiempos recientes, desde 1996, diversos investigadores han confirmado la existencia en el mundo de 13 especies dentro del género *Rhogeessa*: *R. menchuae* para Guatemala, Honduras y Nicaragua; *R. minutilla*, *R. io* y una especie recién descrita *R. hussoni*, distribuidas solamente en Sudamérica; *R. vellilla* distribuido sobre las costas de Ecuador; y ocho especies para México (*R. aeneus*, *R. alleni*, *R. bickhami*, *R. genowaysi*, *R. gracilis*, *R. mira*, *R. párvula*), y compartimos al linaje *R. tumida* con Centroamérica en la vertiente del Pacífico.

¿Cómo es el murciélago amarillo del Infiernillo?

Este pequeño mamífero volador, denominado murciélago amarillo del Infiernillo, o también

conocido como murciélago amarillo del Balsas (*Rhogeessa mira*), es uno de los mamíferos más pequeños que forma parte de tres especies microendémicas de Michoacán. Aunque el significado de *Rhogeessa* no se conoce, al parecer fue dedicado a una persona y el nombre de la especie *mira* proviene de la palabra en latín *mirus*, que significa 'maravilloso', 'asombroso' o 'extraordinario'.

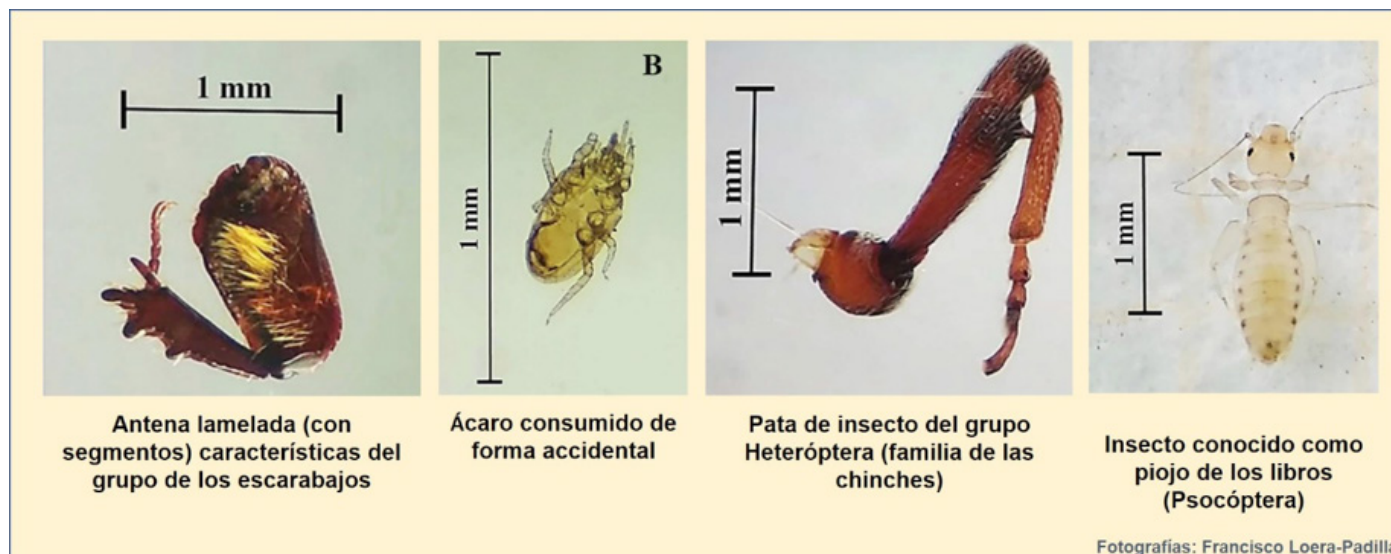
Este murciélago habita en una pequeña área restringida a la parte baja de la cuenca del río Balsas, zona comprendida entre las localidades de El Infiernillo en el municipio de Arteaga y Zicuirán en La Huacana, Michoacán. Hasta hoy, **se desconocen aspectos sobre su biología y ecología en general**, razón por la cual aspectos básicos como su ciclo reproductivo, época de gestación y nacimientos, las distancias que vuela durante el forrajeo y sus movimientos locales, son desconocidos. No se sabe con certeza su presencia en localidades colindantes con el estado de Guerrero.

A continuación te describiremos sus principales características. Empezamos por decirte que **es el murciélago más pequeño de los integrantes del género *Rhogeessa***, no presenta ornamentaciones en su cara, pueden distinguirse unas orejas cortas, en su espalda y vientre muestra pelos de color amarillo marrón a amarillo marrón beige, mientras que en la cola hay menos presencia de pelos.



Murciélago amarillo del Infiernillo o Balsas, capturado durante el proyecto CONABIO

Ejemplar del murciélago amarillo, depositado en la Facultad de Biología, Universidad Michoacana



¿Por qué redescubrir esta especie de murciélago?

La Comisión Nacional de la Biodiversidad en México (CONABIO) en el año 2015, emitió una convocatoria para elaborar mapas de distribución sobre esta especie de murciélago, y se iniciaron investigaciones para conocer más sobre el murciélago amarillo del Infiernillo, realizándose visitas de campo a la zona histórica de captura en donde **fue posible, después de 27 años, volver a tener noticias del murciélago amarillo**, logrando capturar a cinco ejemplares. Antes de ese año, solo se encontraban 22 ejemplares en colecciones científicas: en el Instituto de Biología de la UNAM, en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas y en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste del Instituto Politécnico Nacional, en el Departamento de Prehistoria del Instituto Nacional de Antropología e Historia, y en la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, y ahora, el Museo de Zoología Alfonso L. Herrera de la UNAM cuenta con cinco ejemplares más para su consulta.

Una vez concluido el proyecto de CONABIO, nos dimos a la tarea de estudiar los hábitos de alimentación, ya que contábamos con excretas y contenidos estomacales con lo que se identificó parte de la dieta que consume, aunque solo corresponderá a los recursos alimenticios disponibles para el mes de febrero del año en que se realizó la investigación (2013). Otra información que te interesará conocer es la medida del cuerpo y peso promedio que se registraron de los nuevos ejemplares: **largo total de cabeza a cola de 93.5 mm y un peso de 2.8 gramos**, esta información fue de una hembra y cuatro machos.

¿Qué come el murciélago amarillo del infiernillo?

Es considerado un **murciélago insectívoro aéreo**, ya que al vuelo captura insectos. En trabajos anteriores se determinó que consume diminutas moscas brillantes, moscas con estiletes de las familias Tachinidae y Therevidae, y algunas mariposas familia Lepidoptera. Otros investigadores en 2017 registraron, además de moscas y mariposas, el consumo de **coleópteros**, dado que se observaron pequeñas piezas de escarabajos; restos de insectos de la familia de los **hemípteros** (agrupación de las chinches, chicharras y áfidos, entre otros); fragmentos de **dípteros** (grupo de las moscas y mosquitos); **himenópteros** (grupo de las avispas, abejas y hormigas); **blattodeos** (conocidas como cucarachas); **neurópteros** (grupo de crisopas y hormigas león); y **lepidópteros** (llamadas mariposas y polillas). Se encontró también que de forma accidental consumieron diminutos insectos bajo el microscopio de forma completa, tal vez comidos al momento de acicalarse, estos fueron psocópteros (populares como piojos de los libros) y ácaros. Dado el pequeño tamaño del murciélago y la relación que guarda con la talla de la presa, es muy complicado poder determinar con certeza a nivel género y especie de que se alimenta, ya que solo es posible observar diversos fragmentos de alas, piezas quitinosas, antenas, patas, uñas, escamas.

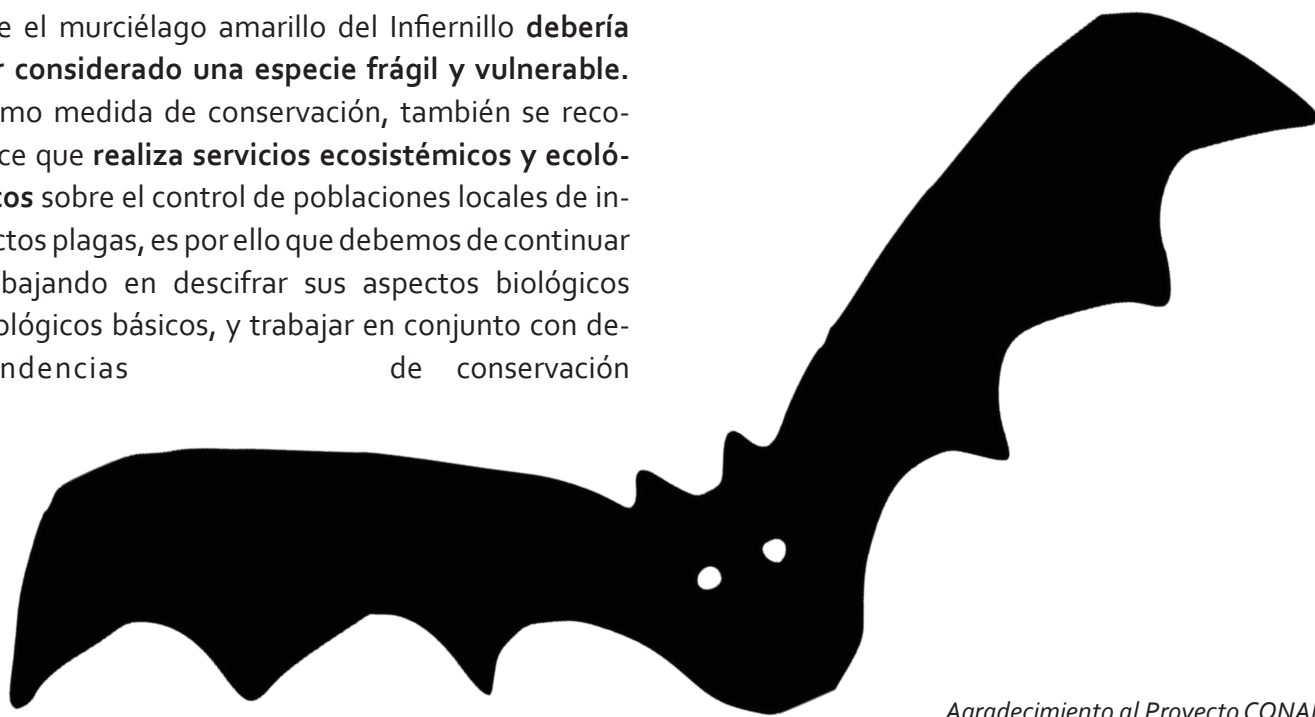
Amenazas actuales para el murciélago amarillo

Este murciélago se encuentra en la NOM-59-SEMARNAT-2010, bajo la categoría de **especie sujeta a protección especial por las leyes mexicanas**, además de ser microendémica para Michoacán. Es una especie bastante rara de captu-

rar, se ha estimado que su extensión de distribución es de 6 700 km², siendo su **hábitat modificado** por los constantes cambios de uso del suelo, cobertura vegetal, alteraciones de los cursos de los ríos que abastecen a la presa, uso de fertilizantes y agroquímicos. Por otro lado, la zona donde habita es un foco rojo respecto a la inseguridad debido a la disputa del control sobre diferentes grupos, lo que ha conllevado a no poder trabajar en el área de una manera científica. Por estas razones, consideramos que el murciélago amarillo del Infiernillo **debería ser considerado una especie frágil y vulnerable**. Como medida de conservación, también se reconoce que **realiza servicios ecosistémicos y ecológicos** sobre el control de poblaciones locales de insectos plagas, es por ello que debemos de continuar trabajando en descifrar sus aspectos biológicos ecológicos básicos, y trabajar en conjunto con dependencias de conservación

de flora y fauna sobre el papel que desarrollan los murciélagos en los ecosistemas.

Te invitamos a que cada vez que pases por la presa de El Infiernillo en la autopista, mires a través de la ventana de tu vehículo y sepas que ese es el hábitat de una de las especies emblemáticas de nuestro estado de Michoacán, a la que hay que seguir redescubriendo.



Agradecimiento al Proyecto CONABIO

2015.

Fotografías de Iván Díaz-Pacheco, derivadas de este proyecto.



LaVal R.K. (1973). «Systematics of the genus *Rhogeessa* (Chiroptera: Vespertilionidae)». *Occasional Papers of the Museum of Natural History, The University of Kansas*, (19), 1-47. <https://www.biodiversitylibrary.org/page/4393522#page/3/mode/1up>

Loera-Padilla F.J., Díaz-Pacheco I., Arroyo-Cabrales J., López-Barbosa E.C., León P.L.S. y Tena-Morelos C.A. (2017). «Hábitos alimenticios del murciélago microendémico *Rhogeessa mira* Laval, 1973 (Chiroptera: Vespertilionidae)», *Revista Mexicana de Mastozoología*,

7(1), 35-51. <http://www.revexmastoziologia.unam.mx/ojs/index.php/rmm/article/view/240/248>

Ortega-Rodríguez J.M. (2015). «Mapas de distribución potencial del murciélago amarillo del Balsas (*Rhogeessa mira*) endémico de Michoacán». Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. JM025. México, D.F. <https://datosabiertos.unam.mx/IBUNAM:CNMA:8594>.

TECNOLOGÍA

Nitrógeno en suelos agrícolas: Una estrategia ecológica

Oswaldo Valdés López y Mariel Carolina Isidra Artellano



Oswaldo Valdés López. Profesor-Investigador de la Carrera de Biología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala.
oswaldovaldesl@unam.mx

Mariel Carolina Isidra Arellano. Estudiante de Doctorado del Posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, Laboratorio de Genómica Funcional de Eucariotes.
carolina_iarellano@comunidad.unam.mx

El nitrógeno y su relevancia biológica

Cualquier organismo que habita nuestro planeta requiere diferentes nutrientes minerales para poder desarrollarse adecuadamente. El **nitrógeno** es uno de los más importantes debido a que es un **componente esencial de diferentes biomoléculas**, como los aminoácidos, las proteínas y los ácidos nucleicos (ADN y ARN), vitales para que cualquier organismo pueda crecer de forma óptima y adaptarse al ambiente.

Los **humanos** obtenemos el nitrógeno a través de la **ingesta diaria de alimentos**, mientras que

las **plantas** lo obtienen principalmente del **suelo** en forma de nitrato (NO_3) o amonio (NH_4). Para ello, usan sus raíces, las cuales están equipadas con proteínas que lo ingresan a sus células, en donde el NO_3 o el NH_4 son transformados en aminoácidos por rutas metabólicas específicas como la Glutamina Sintetasa - Glutamato Sintetasa. Los aminoácidos sintetizados se incorporan a rutas metabólicas encargadas de sintetizar diferentes biomoléculas.

A pesar de que el nitrógeno es abundante en la atmósfera, ya que el nitrógeno molecular (N_2) representa casi el 80 % del aire o más bien de los gases atmosféricos, las formas asimilables de este nutrimento son escasas en la mayoría de los suelos. **La deficiencia de nitrógeno en el suelo** no solo afecta el desarrollo de las plantas, sino que también **disminuye la producción y la calidad de alimentos de origen vegetal** que a diario consumimos. Esto representa un serio problema ya que la ingesta de alimentos vegetales con bajo contenido nutrimental afecta negativamente nuestro desarrollo y calidad de vida.

Fertilizantes nitrogenados sintéticos: Ventajas y desventajas

El N_2 está compuesto por dos átomos de nitrógeno unidos por un triple enlace que le confiere una gran estabilidad química, pero a su vez lo hace un elemento no asimilable de forma directa para los organismos. A principios del siglo XX, los químicos Fritz Haber y Carl Bosch desarrollaron un proceso

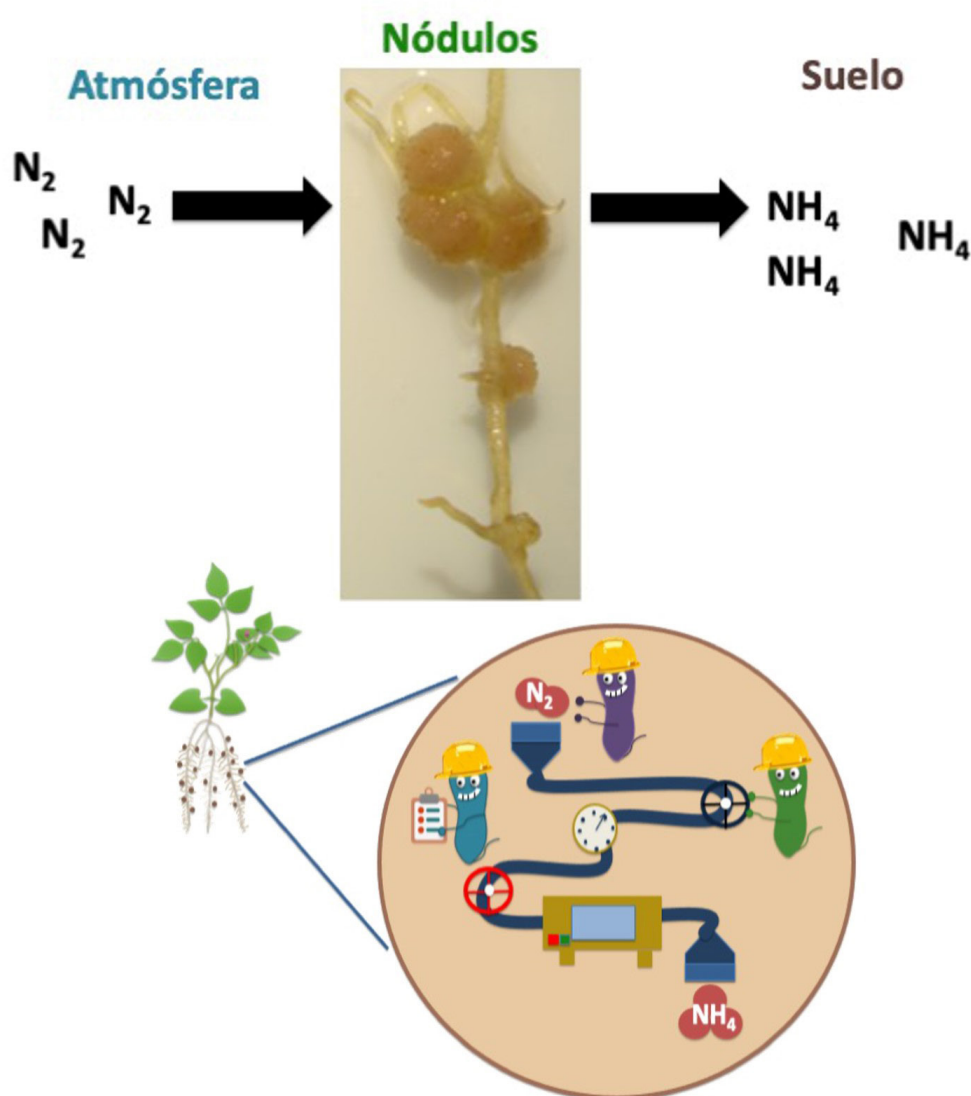
para hacer reaccionar los gases N_2 e hidrógeno (H) a altas temperaturas para producir NH_4 y nitrato de amonio (NH_4NO_3). Desde entonces, los productos obtenidos mediante el proceso Haber-Bosch se han usado como fertilizantes para proveer a las plantas el nitrógeno asimilable que requieren para desarrollarse adecuadamente. En varias décadas, **el desarrollo y uso de fertilizantes sintéticos ha sido fundamental para incrementar la producción de diferentes cultivos agrícolas**, así como para contribuir a la seguridad alimentaria mundial, ya que con la aplicación de estos se ha logrado la producción de alimentos de alta calidad nutrimental.

Sin duda, el uso de fertilizantes nitrogenados ofrece la ventaja de mantener los suelos ricos en nitrógeno, fundamental para garantizar la seguridad alimentaria. Sin embargo, el abasto de alimentos de calidad para una creciente población mundial ha generado la necesidad de incrementar la producción y uso de estos fertilizantes sintéticos. Desafortunadamente, para alcanzar las altas temperaturas de 400-650 °C requeridas para obtener el NH_4 y NH_4NO_3 mediante el proceso Haber-Bosh, es necesario **quemar combustibles fósiles** como el petróleo y el gas natural, lo que genera la liberación de dióxido de carbono (CO_2) y óxido nitroso (N_2O) a la atmósfera.

Es claro que las desventajas se deben a que tanto el CO_2 y el N_2O son dos de los gases de efecto invernadero que más **contribuyen al cambio climático**. Aunado a esto, desde su creación, los fer-



Fijación Simbiótica de N_2 Atmosférico



Autores: O. Valdés López y M.C. Isidra Arellano

tilizantes sintéticos no han sido aplicados de forma adecuada, por lo que su uso intensivo e incorrecto, además de tener consecuencias en la acumulación de gases de efectos invernadero, **también causan la salinización de los suelos agrícolas y la eutrofización de cuerpos de agua**, provocando daños ecológicos irreversibles.

Se ha reportado que del fertilizante sintético aplicado a los suelos agrícolas, solo el 50% o menos, es incorporado por las plantas, el resto se queda en el suelo o bien, se filtra a los mantos freáticos y de ahí se dirige a los diferentes cuerpos de agua, que al consumirla provoca daños a nuestra salud. Un consumo de más de 50 mg de NO_3 por litro de agua aumenta la probabilidad de desarrollar ciertos tipos de cáncer. Debido a todos estos efectos negativos, tanto a nivel ecológico, agronómico y de salud, **debemos considerar que el uso de fertilizantes sin-**

téticos nitrogenados para garantizar la producción de alimentos, **ya no es una práctica agrícola sostenible ni mucho menos amigable con el ambiente**. En este sentido, urge que se establezcan estrategias que permitan la generación de alimentos para la población mundial con la disminución de daño al ambiente y sin deteriorar nuestra calidad de vida.

Simbiosis Rizobio-Leguminosa, abastecimiento ecológico de nitrógeno

En el suelo y en particular en la rizosfera, habita un grupo de microorganismos que tiene la capacidad de tomar el nitrógeno atmosférico y transformarlo en nitrato y amonio, las formas asimilables para el resto de los organismos. **Estos diazotrofos tienen la capacidad de metabolizar el N_2** a través de la enzima nitrogenasa para generar nitratos, nitritos o amonio. A través de este proceso bioquí-

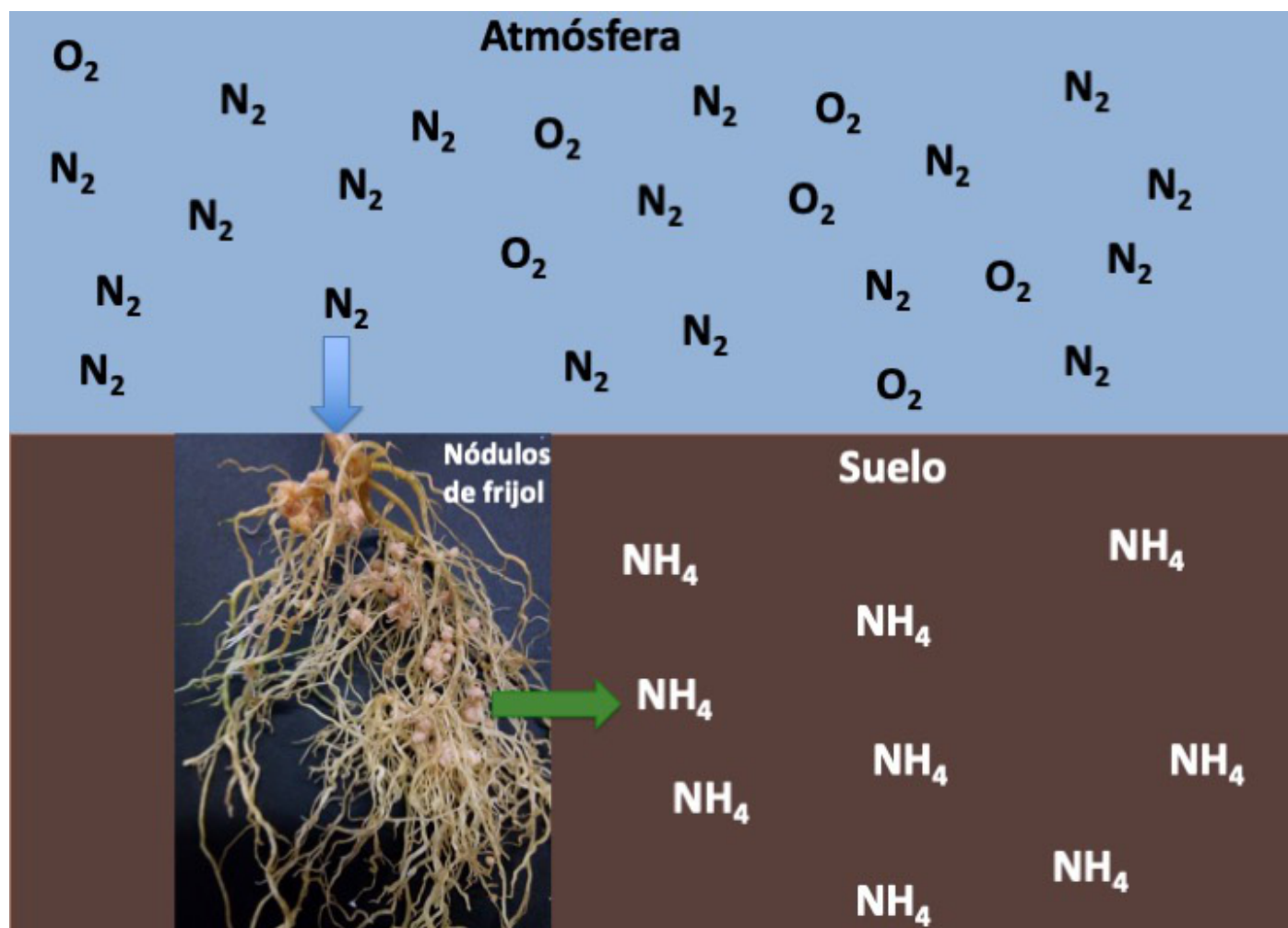
mico, las bacterias diazotróficas no solo obtienen nitrógeno asimilable, sino que también **enriquecen los suelos** con fuentes nitrogenadas sin la emisión de gases de efecto invernadero o la deposición en exceso de este nutriente.

Las bacterias diazotróficas pueden fijar el nitrógeno atmosférico tanto en vida libre como en asociación simbiótica con plantas leguminosas. En este último caso, tanto las leguminosas como las bacterias diazotróficas (rizobios), necesitan entablar un diálogo molecular para que se establezca esta simbiosis. El primer requisito para que se dé este diálogo es que las leguminosas crezcan en condiciones de deficiencia de nitrógeno. Ante esta situación, sintetizan moléculas denominadas flavonoides e isoflavonoides, las cuales son secretadas por la raíz al suelo y a través de ellas, las leguminosas piden ayuda a los rizobios para obtener nitrógeno asimilable. Los rizobios detectan esta llamada de auxilio y liberan al suelo moléculas denominadas **factores de nodulación** (factores Nod), los cuales son detectados por la leguminosa, y al hacerlo, pre-

para las células de sus raíces para iniciar la simbiosis con los rizobios. La detección de estas moléculas bacterianas lleva a la formación de un nuevo órgano en las raíces denominado nódulo.

El número de nódulos que forma una leguminosa depende de la especie. Por ejemplo, una planta de frijol puede formar entre 300 a 500 nódulos, mientras que una de alfalfa forma alrededor de 50. Estos órganos especializados hospedan a los rizobios y es ahí donde fijan el nitrógeno atmosférico en formas asimilables para la planta. Los nódulos le proveen al rizobio de un microambiente idóneo para fijar N_2 , el cual se caracteriza por tener bajas concentraciones de oxígeno. Lo anterior se logra a través de la captura del oxígeno por proteínas vegetales denominadas **leghemoglobinas, similares a la hemoglobina humana**. Mantener un ambiente hipoxigénico es de suma importancia, ya que de no hacerlo, la enzima bacteriana nitrogenasa se inactiva.

La leguminosa también proporciona al rizobio diferentes nutrientes minerales como el fósforo y



Autores: O. Valdés López y M.C. Isidra Arellano

el hierro, así como fuentes de carbono en forma de carbohidratos, necesarios para mantener el metabolismo de la bacteria para fijar el N_2 . A cambio, la leguminosa recibe fuentes asimilables de nitrógeno que le permiten crecer en suelos deficientes de este nutrimento, incluso sin la necesidad de aplicar fertilizantes nitrogenados sintéticos.

La simbiosis con rizobios no solo permite a las leguminosas crecer en suelos sin nitrógeno, sino que también incorporan nitrógeno asimilable a los suelos y, por tanto, a la cadena alimenticia. De hecho, se ha estimado que la fijación simbiótica aporta anualmente al suelo 60 millones de toneladas métricas de nitrógeno a nivel mundial. Por lo anterior, se ha considerado que el uso de bacterias diazotróficas y la simbiosis rizobios-leguminosas, es una estrategia amigable con el ambiente para proveer nitrógeno a nuestros suelos agrícolas.

Esta información no era desconocida en la agricultura prehispánica. Nuestros antepasados de forma empírica sabían de la importancia de esta



simbiosis, tan es así que en el diseño de sus milpas, siempre incluían al frijol para mantener «nutrida la tierra» y lograr buenas cosechas para alimentar a sus familias. Entonces, esta estrategia de **la simbiosis rizobio-leguminosa es primordial desarrollarla y utilizarla en los suelos agrícolas de nuestro planeta para abastecer de alimentos a la humanidad, sin dañar al ambiente.**



Palacios J.M., Rey L., Durán D., García R., Pacheco A., Bautista A., Sánchez-Cañizares C., Brito B., Albareda M., Rubio-Sanz L. y Ruiz-Argüeso T. (2015). «Intercambio de nutrientes y señales en la simbiosis *Rhizobium*-leguminosa». *SEM@foro – Boletín Informativo de la Sociedad Española de Microbiología*, 60, 61-62. <https://www.semicrobiologia.org/storage/secciones/publicaciones/semaforo/60/articulos/24%20Plantas11.pdf>

Ramírez-Bahena M., Peix A., Velázquez E. y Bedmar E.J. (2016). «Historia de la investigación en la simbiosis legu-

minosa-bacteria: una perspectiva didáctica». *Arbor*, 192, a319. <http://dx.doi.org/10.3989/arbor.2016.779n3009>

Valdés-López O., Reyero-Saavedra M.D.R., Isidra-Arellano M.C. y Sánchez-Correa M.D.S. (2020). «Early Molecular Dialogue Between Legumes and Rhizobia: Why Are They so Important?». En *Symbiosis: Cellular, Molecular, Medical and Evolutionary Aspects* (pp. 409-419), Ediciones Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-030-51849-3_15

UNA PROBADA DE CIENCIA

Los peligros de viajar en el tiempo

Horacio Cano Camacho



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

Los viajes en el tiempo son probablemente uno de los mayores sueños de mucho. La posibilidad de encontrarse presente en sucesos históricos fundamentales o mirar en primera persona parte de la historia natural del planeta. Los viajes al pasado son motivo de atención de la literatura, del cine y desde luego de la televisión. Y el futuro no se queda atrás.

En estos momentos estoy recordando un libro fascinante de Isaac Asimov, *El fin de la eternidad* que nos habla de un intento de corrección del

pasado. La Eternidad, una organización de viajeros del tiempo es la encargada de alterar ligeramente la historia con la finalidad de “proteger” a la humanidad de errores cometidos y que condicionan el devenir de la sociedad. Pero ¿podemos movernos libremente en un mundo así o hasta dónde podríamos alterar completamente la realidad si cometemos un error con un supuesto motivo correcto? Asimov introdujo en esta novela (1955), el concepto de paradoja del viaje en el tiempo donde postula que el mundo actual es el resultado de procesos y sucesos anteriores, de manera que alterar cualquiera de estos tendrá efectos incontrolados en la realidad actual. Imagine al viajero encontrándose consigo mismo del pasado (la infancia, por ejemplo) o modificando un pequeño detalle por el cual, su abuelo no conoció a su abuela... por lo tanto él no nació.

Otra historia poderosa que me viene a la mente es *Retorno de las estrellas* de Stanislaw Lem en donde un grupo de cosmonautas viajan a una galaxia lejana durante diez años, al volver y de acuerdo con las leyes físicas, en la tierra han transcurrido cien años. Nada de lo que conocieron existe ya, ni sus amigos, su familia o las interacciones sociales, el sistema de gobierno, los valores éticos y morales

que ellos sostienen. El resultado es una profunda soledad social...

En fin, todo esto me viene a la mente con el libro que les quiero recomendar hoy: *Viajar en el tiempo*, de James Gleick (Crítica, 2017. ISBN 9788416771989), un libro que nos lleva (literalmente) a visitar diversos aspectos de esta fascinante, aunque enloquecedora idea de viajar no en el espacio, sino en el tiempo. Más allá de que sea posible o no tal aventura, y el autor nos propone diversas hipótesis al respecto, nos propone reflexiones muy interesantes desde la perspectiva filosófica, histórica, ética y hasta poética.

El autor nos recuerda al inventor de la máquina para viajar en el tiempo, H.G. Wells quien ya reflexionaba no solo sobre la posibilidad, sino fundamentalmente de las consecuencias. Y analiza un tema muy interesante ¿el viaje en el tiempo es una aspiración de la humanidad desde sus orígenes o en que momento surgió? Es interesante saber que, durante siglos, la humanidad se concretaba a pensar en el presente y en ocasiones en el pasado, pero no para visitarlo, sino para entender ese presente, precisamente. Pero en todo caso, era una ocupación de los entendidos, un núcleo pequeño de personas,



de manera que el autor nos revela los cambios profundos en el conocimiento y el desarrollo científico-técnico que hicieron posible que socialmente comenzáramos a meditar en esa posibilidad.

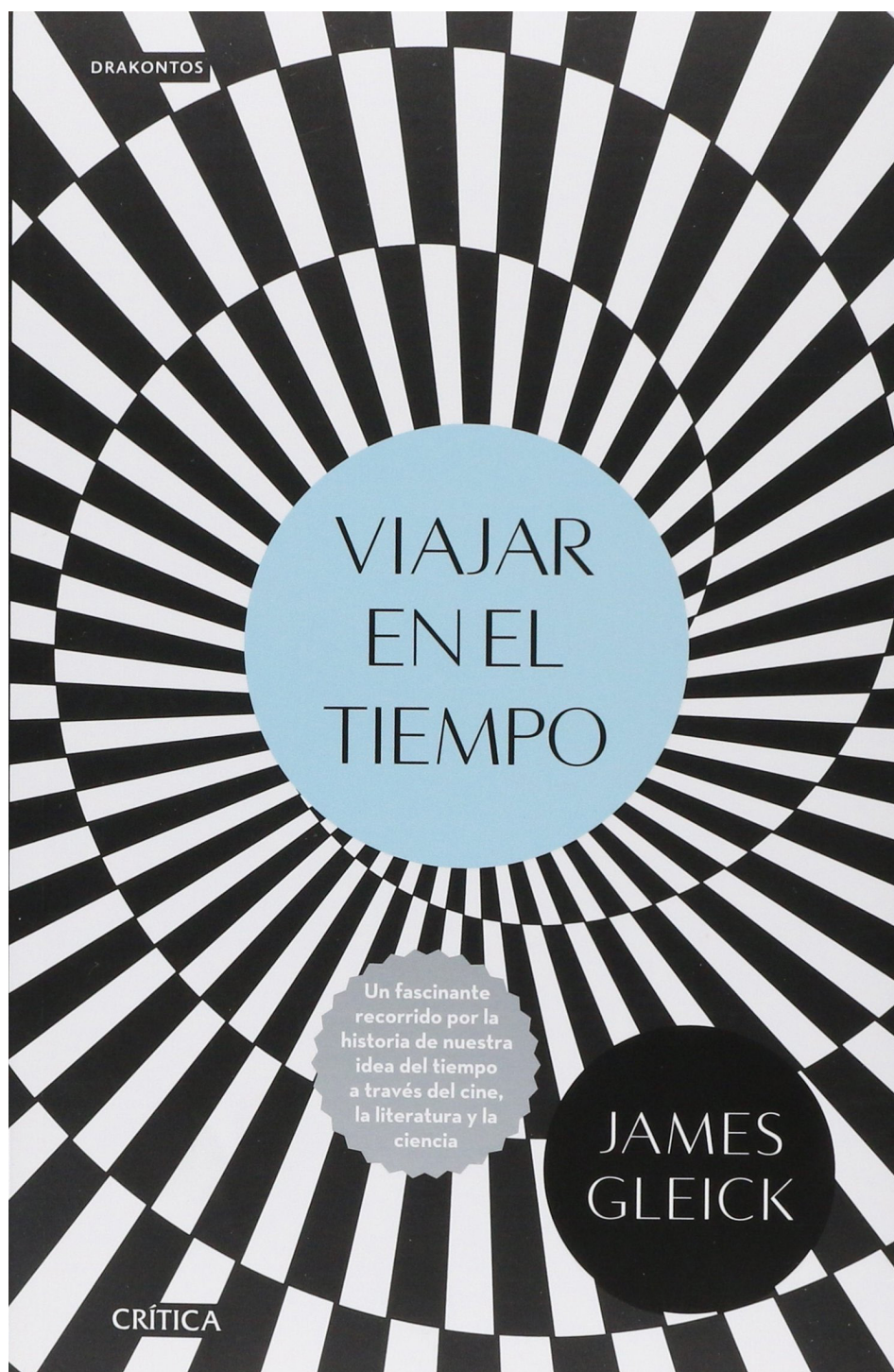
H.G. Wells entonces, trata de responder esa inquietud recién surgida en su entorno, y lo hace en la literatura. Pero paralelamente ya hay físicos interesados en el problema, hasta encontrarnos con Albert Einstein o Hermann Minkowski quienes, tratando de explicar el universo, se encuentran con la posibilidad de los viajes en el tiempo.

Después el autor nos hace una descripción muy amena de los diferentes enfoques del problema, desde la ciencia, la filosofía o la literatura y la fantasía.

El autor propone que en realidad todos nosotros, en la actualidad, somos de alguna manera viajeros del tiempo, en los sueños, el arte o la tecnología que nos pone al instante en el pasado o el futuro, dependiendo de la zona horaria donde estemos... Y eso me recuerda otro libro, *La isla del día de antes* de Umberto Eco en donde sitúa a su protagonista en un punto en donde el

tiempo se divide y puede contemplar el futuro o el pasado.

Les recomiendo mucho este texto, es sencillamente fascinante y si usted contempla comprar un boleto para situarse en un safari con dinosaurios o mirar el billete ganador de la lotería de tres años atrás, le recomiendo su lectura antes de aventurarse...



LA CIENCIA EN POCAS PALABRAS

¿Qué hace un taxónomo?

Rosario Redonda-Martínez e Itzi Fragoso-Martínez



Rosario Redonda-Martínez. Investigador titular, Instituto de Ecología, A.C., Pátzcuaro, Michoacán, México.

r.redonda.martinez@gmail.com

Itzi Fragoso-Martínez. Investigador titular, Instituto de Ecología, A.C., Pátzcuaro, Michoacán, México.

itzi.fragoso@inecol.mx

Los taxónomos son **biólogos especializados** en identificar, describir, nombrar y agrupar a todos los seres vivos. Para cumplir con su labor, además de contar pelos y patas —como reza el argot popular—, número de flores, pétalos o nervaduras de una hoja, realizan colecta de especímenes en el campo, los preparan para ingresarlos a colecciones científicas —ya sean de organismos vegetales o animales—, los clasifican y estudian sus relaciones de parentesco.

Antes de que un organismo ingrese en una colección científica, por ejemplo, el taxónomo debe identificar el espécimen, es decir, **asignarle un nombre científico**. En ocasiones, estos especímenes no logran ser identificados con la literatura disponible o bien al compararlos con ejemplares similares disponibles en las colecciones, por lo que ese organismo tendrá que describirse, ya sea como una especie, género o familia nueva para la ciencia.

Un taxónomo describe nuevas especies

Los taxónomos revisan cuidadosamente todas sus características morfológicas, sean macro o microscópicas; a veces, incluso tienen que contar el número de cromosomas u obtener información de su material genético o ADN, esto con la finalidad de descartar que se trate de un posible híbrido, es decir, que sea el producto del cruzamiento de dos especies genéticamente distintas, tal es el caso de las mulas, que se originan cuando se cruzan una yegua y un burro.

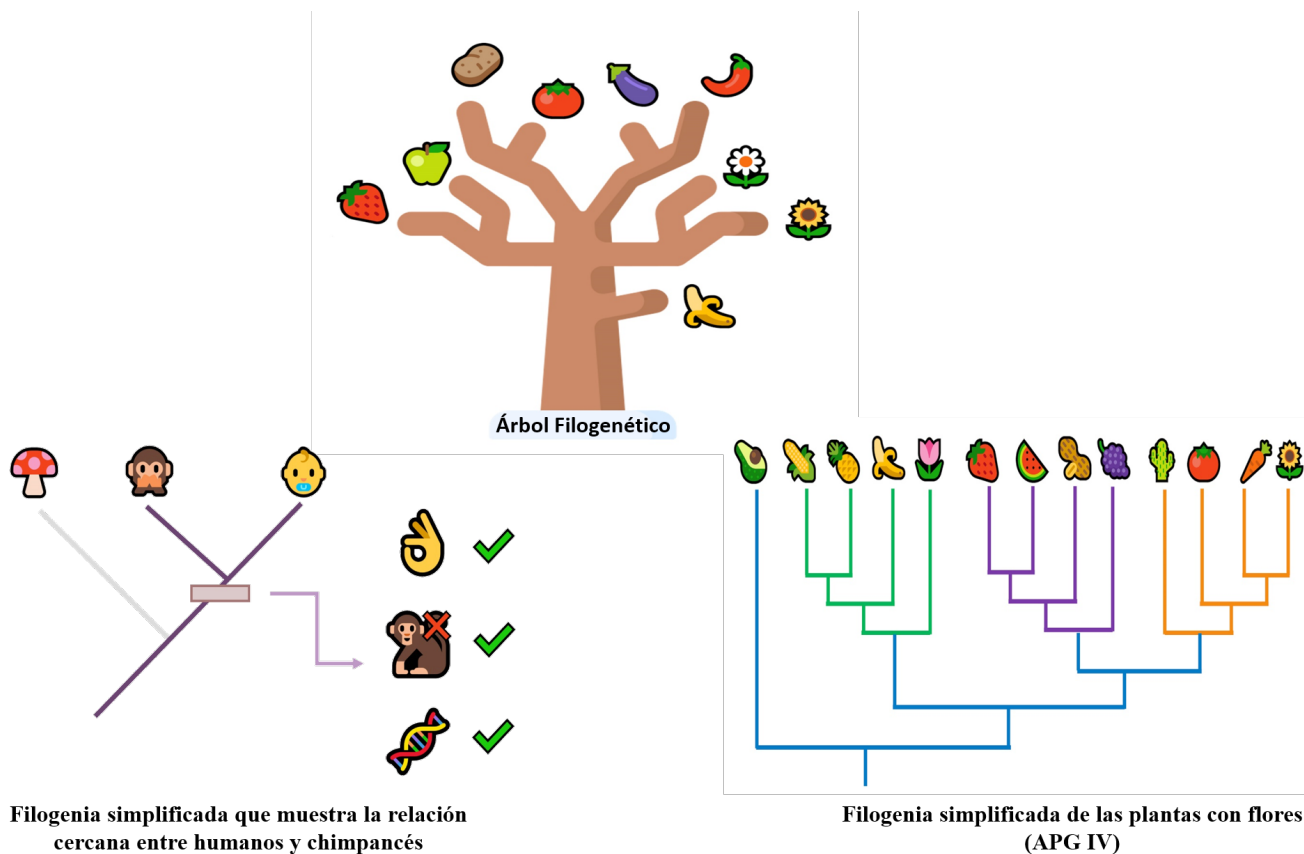
Para dar a conocer el hallazgo una nueva especie, género o familia para la ciencia, los taxónomos deben publicar la descripción detallada del organismo en revistas científicas especializadas con circulación internacional; asignar un nombre compuesto por dos vocablos en latín, el género y el epíteto específico (género y especie), seguidos del apellido o apellidos de la persona o personas que proponen ese nombre. Por ejemplo, cuando se describió la chía, se bautizó como *Salvia hispanica* L., pues pertenece al género *Salvia*, y fue descrita por Linneo (L.). La descripción original de una nueva especie se denomina **protólogo** y es el **equivalente a un acta de nacimiento**, mientras que el ejemplar en el cual se basa la descripción se denomina tipo **nomenclatural**.

¿Existen reglas para nombrar a una nueva especie?

Sí, están especificadas en un Código de Nomenclatura, ya sea de plantas o animales. En el



Ejemplares herborizados de jicama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urb.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)
Disponibles en: <https://datosabiertos.unam.mx/IBUNAM:MEXU:530270>;
<https://datosabiertos.unam.mx/IBUNAM:MEXU:1187699>.



Elaborado por Itzi Frago-Martínez.

caso de las plantas, las normas para asignar los nombres se encuentran en el **Código Internacional de Nomenclatura Botánica (CINB)**, este tiene como objetivo mantener la universalidad y estabilidad de los nombres científicos y asegurar que cada nombre propuesto sea único.

Si no existieran estas reglas, cada quién nombraría a las especies como mejor le pareciera, tal y como ocurre con los nombres comunes, por ejemplo, el tejocote se denomina así en el centro del país, mientras que en Chiapas lo llaman manzanilla, pero su nombre científico es *Crataegus mexicana* DC y está emparentado con las peras, rosas y manzanas, todas estas especies de la familia Rosaceae.

¿Qué pasa después de que se describe y publica una nueva especie?

Después de publicar el nombre de la especie recién descubierta, su descripción y ser agrupada en la familia correspondiente, es común que se desee conocer cómo se relaciona con otros miembros del mismo género u otros géneros de la familia o el orden al que pertenece. Entonces, es necesario realizar un estudio enfocado a entender las relaciones genealógicas o de parentesco, es decir, una **filogenia**, la cual nos **permite identificar las características comunes de un grupo de organismos o sus diferencias**, si se comparten entre dos especies, o

bien, las que son exclusivas de una sola. Una filogenia **se representa como un árbol**, donde en la punta de las ramas se encuentran los organismos analizados y la proximidad entre ellas indica que tan cercana es su relación, como ocurre en un árbol genealógico, pues todos los seres vivos compartimos características en común —pueden ser macro o microscópicas, químicas, genéticas o moleculares— que son resultado de tener un ancestro común.

Alguna vez te has preguntado ¿Por qué se dice que los frijoles y las jícamas son parientes? ¿Por qué la margarita y el girasol pertenecen a la misma familia? o ¿Por qué estamos más emparentados con los chimpancés que con los champiñones?

Para responder estas preguntas, es necesario conocer algunas características de estos organismos. En el caso de los frijoles y las jícamas, son hierbas trepadoras o enredaderas, con hojas divididas en tres, flores con un solo eje de simetría (como nuestras caras, donde solo podemos pasar una línea a la mitad para tener dos partes iguales), producen frutos con forma de vaina como los ejotes y semillas con forma de riñón, o sea, similares a los frijoles o, redondeadas como las lentejas; todo ese conjunto de características permiten agruparlas en la familia Fabaceae o Leguminosae, lo que comprueba que son parientes.

La margarita y el girasol también son parecidos, tienen flores muy pequeñas que en conjunto simulan una flor parecida a una estrella, por eso y otros caracteres que no se aprecian a simple vista —como los estambres fusionados en la parte superior—, se clasifican en la familia Asteraceae, al igual que la lechuga y el diente de león.

En el ejemplo final, sabemos que los seres humanos estamos más emparentados con los chimpancés que con los champiñones, porque tenemos varias características en común: pulgares en las manos, ausencia de cola y una similitud genética del 99 %.

¿Para qué sirven las filogenias, además de que permiten saber quién es pariente de quién y por qué?

Los biólogos utilizan las filogenias con fines diversos, por ejemplo, para saber si un grupo de organismos tiene un ancestro común o no, si heredó alguna o varias características de él, como ocurre cuando tenemos el cabello lacio u ondulado y los ojos oscuros o de color como nuestros abuelos. También les permite conocer el tiempo aproximado en el que un grupo de organismos se separó de otro, en el caso de las angiospermas o plantas con flores, por la posición que ocupan en el árbol filogenético podemos saber que el grupo de los pastos es más viejo que el que dio origen a las uvas.

Asimismo, **las filogenias permiten proponer una clasificación**, es decir, agrupar a los organismos en distintos niveles o categorías taxonómicas, como géneros, familias, órdenes u otros. Un ejemplo es la clasificación más reciente de angiosper-

mas, conocida comúnmente como APG IV, acrónimo de Angiosperm Phylogeny Group versión IV, en la cual se reconocen 63 órdenes y 416 familias.

La clasificación de APG IV también permite **saber qué grupos de plantas son más antiguas y cuáles más recientes**; así, encontramos que los grupos o linajes que dieron origen a los aguacates y a los plátanos tuvieron un origen anterior al grupo de plantas que dio origen a los cacahuates y a la sandía, y estos a su vez son más viejos que los linajes de los cactus, los jitomates, los girasoles y las zanahorias ¿Sorprendido?

En nuestras actividades cotidianas **es común que agrupemos o clasifiquemos cosas con base en su utilidad, sabor, color o semejanza**. Por ejemplo, cuando lavamos la ropa solemos separar las prendas blancas o de colores claros de aquellas con colores oscuros, esto con la finalidad de prevenir que cuando destiñan, una camiseta o sábanas blancas terminen rosas o grises, si se lavan junto con prendas rojas, negras o azul marino, respectivamente.

Al momento de realizar compras en el súper o en el mercado, también observamos que todo se encuentra ordenado, difícilmente hallaremos el detergente junto al arroz o el agua mineral, o las servilletas al lado de la carne o las verduras, de ahí que **la taxonomía** —aunque informal—, no sorprende que **haya acompañado al humano desde tiempos inmemoriales**.

Esperamos que ahora tengas un panorama más claro del quehacer de un taxónomo, así como la importancia de su trabajo que es la **base del conocimiento científico actual de las especies**.



Chase M.W., Christenhusz M.J.M., Fay M.F., Byng J.W., Judd W.S., Soltis D.E., Mabberley D.J., Sennikov A.N., Soltis P.S. y Stevens P.F. (2016). «An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV». *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181(1), 1-20. <http://dx.doi.org/10.1111/boj.12385>

Fernández M.S., Brusa F., Damborenea M.C., Dellapé P.M. y Gallardo F.E. (2013). *Introducción a la taxonomía, manual de ejercitaciones*, Argentina, Editorial de la Universidad de la Plata, 181 pp. [https://core.ac.uk/down-](https://core.ac.uk/download/pdf/33130435.pdf)

[load/pdf/33130435.pdf](https://core.ac.uk/download/pdf/33130435.pdf)

Greuter, W. y Rankin-Rodríguez, R. (trad.). (2018). *Código Internacional de Nomenclatura para algas, hongos y plantas (Código de Shenzhen)*, Berlín, Fundación Herbario Greuter, Alemania, 378 pp. https://jolube.files.wordpress.com/2018/08/codigo_nomenclatura_botanica_shenzhen2018.pdf

Yu, G. y Ekstrøm, C.T. (2019). *EmojiFont: emoji and font awesome in graphics v.0.5.3*. <https://guangchuangyu.github.io/emojiFont>

LA CIENCIA EN EL CINE

No mires arriba

Horacio Cano Camacho



Adam McKay, guionista y director de *No mires arriba* (*Don't Look Up*, EUA 2021) jamás imaginó el éxito de su película, que ha conseguido llegar a sectores que tradicionalmente se mantienen alejados de la cultura popular, los científicos y los académicos. El propio director ha explicado que se trata de una reflexión en torno a la respuesta de los dirigentes mundiales y la propia sociedad ante una catástrofe anunciada, en este caso el cambio climático global, mismo tema que disfrazó como el “probable” choque de un cometa contra el planeta. La película se decanta por una sátira política que por momentos pierde de vista el objetivo central -declarado- en una cinta que privilegia escenografías llenas de estrellas y un “humor” peculiar, muy yanqui.

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

La crítica especializada la ha tratado muy mal, mientras el público la ha favorecido, sin duda. A mi me gustó a medias. Tienen buenos momentos, mezclados con pasajes muy planos y referencias muy obvias a personajes reales, lo que por momentos puede sonar a panfleto partidario. Sin embargo, creo que si atina a abrir cierto debate sobre la respuesta social a una crisis, y claro, nos deja mal parados. Así que vale la pena verla y pasar una tarde palomera y reflexionar un poco sobre nuestra conducta ante anuncios catastróficos (cambio climático, pandemias, resistencia a los antibióticos, desertificación, inmigración, etc.).

Lo que ha llamado más la atención es la respuesta de los sectores ligados a la academia, en donde el mundo se divide, tal como en la actitud hacia los gatos, en odiadores y encantados, sin medias tintas. He leído elogios y diatribas por igual y desde los ángulos más diversos, desde análisis filológicos, sociológicos, hasta de astrónomos especialistas en el tema que trata, que intentan explicar la probabilidad de tal catástrofe. Por supuesto hay quien la ve como un producto de la mercadotecnia capitalista, hasta quien encuentra una obra premonitoria...

Que un meteorito o algún otro cuerpo celeste se impacte con la tierra no es nada descabellado, de hecho, en la historia del planeta han ocurrido tales fenómenos de manera recurrente, algunos incluso han estado involucrados en cosas como el origen del agua, grandes extinciones y aunque sigue siendo discutido, tal vez el origen de muchas moléculas orgánicas que luego dieron origen a la vida misma. Desde luego, tales impactos son cotidianos, algunos han sido registrados por la historia reciente y la gran mayoría de cuerpos pequeños son incinerados por el rozamiento con la atmósfera terrestre.

La película trata de un piedra de tamaño significativo, como para ser "detenida" como otros objetos de dimensiones menores. A decir de los astrónomos, esto es muy posible, aunque poco probable en el tiempo cercano. Asumamos, como lo hace la película, que hay un objeto que escapó de la vigilancia constante y repentinamente se descubre que viene directo a nosotros y lo hace a tal veloci-

dad que todos los cálculos apuntan que en un lapso de unos meses nos dará de lleno. Los especialistas han propuesto una serie de posibilidades teóricas para defendernos de tal impacto y la agencia espacial de los EUA hace unos meses lanzó un artefacto destinado a estrellarse contra una de estas piedras (para nada un peligro) de manera experimental, sin embargo, es claro que en la actualidad difícilmente podríamos hacer algo y menos con un tiempo tan corto.



La vigilancia de "objetos cercanos a la tierra" con posibilidades de encontrarse en el recorrido de nuestro planeta, resulta crucial. Sobre todo para darnos el tiempo de articular alguna respuesta. Y la película analiza esta situación, con un tiempo de reacción muy corto. Este es el centro de la historia que nos presentan: Una estudiante de doctorado,

Kate Dibiasky (Jennifer Lawrence), trabajando en su tesis en un observatorio de la Universidad de Michigan, descubre un cuerpo de esos y calculando su masa (como la del monte Everest) y su órbita, se da cuenta que viene directo a encontrarse con nosotros, lo que será una catástrofe que terminará con la vida en el planeta. Se lo comunica a su tutor, el doctor *Randall Mindy* (Leonardo DiCaprio), un astrónomo de "medio pelo", sin un gran historial académico y sobre todo, alejado de las élites científicas

lidades de cruzarse con nosotros, pero la directora de la NASA, una endodoncista, es incapaz de entender las dimensiones del problema, hasta que el científico responsable de la dirección de "protección planetaria", el del doctor *Oglethorpe* (Rob Morgan), un científico olvidado y sin relevancia ni peso político alguno, repite los cálculos y cobra conciencia del hecho. Este hace hasta lo imposible para conseguir una reunión de urgencia con el "máximo liderazgo" del país, la *presidenta Orlean* (Meryl Streep) a través de su servil hijo y jefe de gabinete, *Jason* (Jonah Hill).

Aquí inicia el verdadero nudo de la sátira. Asumamos que el choque con un cometa deja de ser una posibilidad remota para convertirse en una temible realidad, ¿cuál sería la respuesta del gobierno de la mayor potencia económica, industrial, científica y cultural del mundo? El cine nos ha acostumbrado a que los presidentes (as) toman el mando, responden de manera adecuada, incluso se montan en naves para combatir extraterrestres, se reúnen con sus homólogos del mundo y asumen el liderazgo...

Pero en la cinta que presentamos, sucede todo lo contrario y de hecho, lo más cercano a la realidad: no hacen nada, ni siquiera lo entienden. Sus preocupaciones son "de este mundo", electorales, políticas y económicas, y antes que salvar a la tierra, intentan salvar sus proyectos personales. Y sucede que no solo no les hace caso a los descubridores, los censuran para no afectar las elecciones próximas.

Bien, los políticos no lo entienden, pero la prensa libre y líder del mundo sí. El novio de *Kate Dibiasky*, periodista él mismo, les consigue un presentación en el programa de mayor audiencia del país, una oportunidad de oro, 'The Daily Rip', un animado programa matinal presentado por *Brie* (Cate Blanchett) y *Jack* (Tyler Perry). El programa en cuestión está dirigido a "volver amable lo complejo", digerir las noticias y presentarlas al público de manera tersa y simpática. Y así reaccionan los periodistas, minimizan y banilizan la noticia, después de todo, ¿a quién le interesa escuchar sobre catástrofes?, el público, por otro lado, reacciona como se espera, trivializa



y más aún, del poder político del que gozan algunos académicos. Este repite los cálculos y se da cuenta lo que se nos aproxima.

El profesor hace lo que todo científico honesto haría, da cuenta a la agencia espacial, encargada de cualquier asunto con la investigación espacial, incluyendo el estudio de cuerpos que tienen posibi-



todo, responde con memes y chistes y simplemente ignora el problema y dedica su atención al divorcio de unas estrellas del espectáculo. Este pasaje además muestra con toda crudeza un hecho muy cercano a la realidad, la incapacidad de los expertos para comunicarse con el gran público y el desinterés de grandes sectores de la sociedad sobre temas científicos y sobre este problema quiero centrarme un momento.

Existe la idea generalizada en el campo de la ciencia (cuando existe alguna idea al respecto) de que la sociedad puede cambiar de opinión por la fuerza de los hechos... que proporcionar más y mejor información a la gente mejora su opinión y su toma de decisiones: Una mejor información científica disipa las concepciones erróneas. Entre los científicos "creemos" que presentar hechos científicos e informes de expertos influye en la opinión pública y puede modificar sus actitudes frente a temas complejos como la pandemia, el calentamiento global o la biotecnología...

Contrario a lo que cabría esperarse, ante el avance vertiginoso del conocimiento científico en varias áreas, la respuesta de varios sectores de la población es el *negacionismo*. Por ejemplo, el efecto positivo y la seguridad de la vacunas contra Covid ha sido más que evidenciado, entonces por qué la resistencia, en particular en los países con un ma-

yor índice educativo y mayor nivel de vida. ¿Se trata simplemente de falta información o falta cultura científica?

Yuval Noah Harari, sociólogo e historiador ha comentado que "Es probable que bombardear a la gente con hechos y mostrar su ignorancia resulte contraproducente". En la película eso pasa: a los medios no les interesa la noticia, ni siendo catastrófica, los científicos son incapaces de salirse de su guión pensado para expertos y el público ni dimensiona la tragedia que se nos viene encima ni le interesa reflexionar sobre ello. Vivimos en lo que Guy Debord la "sociedad del espectáculo": una simulación de experiencias y relaciones que crean una realidad vacía donde los medios son el fin y no existe nada más allá de los medios. La verdad no es lo importante, sino la percepción que la gente, dirigida por los medios, tiene de lo que es "la verdad". Así que la sociedad se preocupa de lo que los medios le dictan que se preocupe. La realidad es analizada por el espectáculo con el fin de convertirla en productos de consumo y la sociedad formará una imagen de esa realidad, en la que no importa la realidad "real".

Se han realizado algunos intentos serios de comprender este fenómeno en relación con temas científicos. La revista *Nature* publicó el trabajo "Oponentes extremos de los alimentos modifica-

dos genéticamente saben menos pero piensan que saben más" *Philip M. Fernbach y col.* en donde muestran que en un estudio realizado sobre los alimentos basados en productos transgénicos en una muestra de 500 norteamericanos, mas del 90% se opuso a su consumo. Esta convicción difiere del 90% de los científicos a los que se les preguntó lo mismo. Y de manera sorprendente, aquellos que se opusieron con más empeño al consumo de OGM creían saber más que otros acerca del tema y, aun así, obtuvieron las peores notas en pruebas de conocimientos sobre ...los OGM. Los mismos resultados fueron obtenidos en estudios similares en Francia y Alemania. Cuando se cambió de área, resultados similares se obtuvieron con el tema de vacunas y suplementos vitamínicos.

Otro estudio publicado en la revista *Science* demuestra que las mentiras son capaces de llegar a más gente y más rápido que la verdad. El trabajo se llevó en un periodo de 2006 a 2017 sobre 126,000 historias tweeteadas por 3 millones de personas, 4.5 millones de veces encontrando que en las redes sociales (por ejemplo), las "mejores mentiras" son capaces de involucrar a un mayor número de personas que nunca es alcanzado por ninguna verdad y lo hacen a un ritmo varias veces superior.

La pregunta es ¿por qué? En el análisis de los "sentimientos" que se expresan en las distintas cadenas de

rumores, probaron que en las cadenas falsas aparece más el sentimiento de **sorpresa** y **esperanza**, mientras que en las cadenas verdaderas aparece mas el de **tristeza**.

En la película que nos ocupa se ve este problema, interesa más la vida íntima de la estrella rutilante que el destino planetario y los medios, y los políticos simplemente explotan este fenómeno. De hecho, fuera de la fábula que vemos en pantalla, la respuesta del gobierno norteamericano al cambio climático global, este si nada de ficción, ha sido tomada con cálculos políticos, ideológicos y económicos. Del entorpecimiento a las acciones globales

LEONARDO DICAPRIO JENNIFER LAWRENCE

ROB MORGAN JONAH HILL MARK RYLANCE TYLER PERRY TIMOTHÉE CHALAMET RON PERLMAN ARIANA GRANDE SCOTT MESCUDI CATE BLANCHETT MERYL STREEP

No mires ARRIBA

BASADA EN HECHOS POSIBLES

UNA PELÍCULA DE ADAM MCKAY
NO MIRES ARRIBA

NETFLIX PRESENTS A HYPEROBJECT INDUSTRIES PRODUCTION A FILM BY ADAM MCKAY LEONARDO DICAPRIO JENNIFER LAWRENCE "DON'T LOOK UP" ROB MORGAN JONAH HILL MARK RYLANCE TYLER PERRY TIMOTHÉE CHALAMET RON PERLMAN ARIANA GRANDE SCOTT MESCUDI WITH CATE BLANCHETT AND MERYL STREEP CASTING FRANCINE MAISLER MUSIC GABE HILFER BY NICHOLAS BRITTELL COSTUME SUSAN MATHESON EDITED BY HANK CORWIN ACE PRODUCTION DESIGNER CLAYTON HARTLEY DIRECTOR OF PHOTOGRAPHY LINUS SANDGREN, ASC, FSF EXECUTIVE PRODUCER JEFF WAXMAN PRODUCED BY ADAM MCKAY, P.D.A. & KEVIN MESSICK, P.D.A.

STORY BY ADAM MCKAY & DAVID SIROTA SCREENPLAY BY ADAM MCKAY DIRECTED BY ADAM MCKAY

HYPEROBJECT INDUSTRIES EN CINES EN DICIEMBRE Y EN NETFLIX

NETFLIX | 24 DE DICIEMBRE



de los demócratas a la negación de los republicanos, pero ni unos ni otros han hecho nada significativo a pesar de que fue la instalación científica de su país quien primero advirtió del fenómeno y es quien más ha dedicado recursos, económicos y humanos a estudiarlo.

La pandemia de Covid-19 no ha merecido una respuesta diferente. El gobierno de Donald Trump primero la ignoró, luego la minimizó y finalmente pasó a buscar culpables ideológicos con los resultados catastróficos a la vista de todos. Lo mismo pasó con la mayoría de los gobiernos occidentales. Con las vacunas no ha sido diferente: los cálculos políticos y económicos dirigen el control de la enfermedad.

Pero ¿qué hace la comunidad científica y los expertos ante este panorama? Claramente estamos ante un problema muy serio: es claro que no sabemos comunicarnos, nos cuesta romper las barreras del poder y aún más, a muchos científicos ni siquiera les interesa comunicarse con la sociedad, eso es cosa de otros, parecen decir, pero ya vimos cual es el interés de los medios, los llamados, según estos científicos, a crear conciencia de los problemas que nos aquejan.

Y esto se ve muy bien, aunque caricaturizado en *No mires arriba*. ¿Cómo podemos enfrentar a la

civilización del espectáculo? ¿realmente podemos y debemos? El calentamiento global, sin lugar a dudas es la mayor amenaza actual a la sobrevivencia de la civilización y la naturaleza, la propia pandemia tiene muchos elementos para observar las consecuencias de no asumir esta amenaza, de manera que urge que reflexionemos en la academia y en la sociedad sobre la comunicación pública de la ciencia.

Los hechos citados (incluyendo lo ridiculizados en la película) implican la necesidad de una forma distinta de comunicar la ciencia a la población ajena a los claustros científicos o tecnológicos. Para lograr una comunicación efectiva requerimos contextualizar muy bien nuestro mensaje y nuestro lenguaje, y analizar debidamente la (aparente) dicotomía emociones y empatía vs datos y hechos objetivos, y creo que la cinta que ahora nos ocupa es un buen pretexto para reflexionar sobre este tema. Así que mi recomendación, a pesar de las carencias de la historia, el abuso de varios estereotipos sobre los científicos y los estudiantes de ciencias (que no de los políticos) y el humor un tanto predecible, vale la pena verse y ponerse a pensar un rato. No es un documental ni un estudio serio, es en todo caso un producto de la sociedad del espectáculo, pero lo podemos usar para la reflexión.

EXPERIMENTA

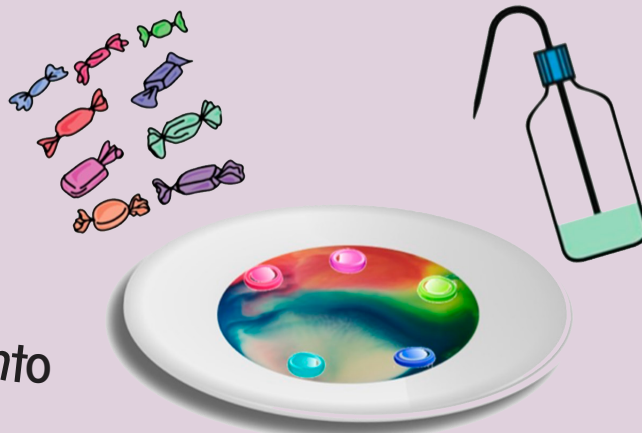
Colores escondidos

* Rafael Salgado Garciglia

Sabemos que el consumo muy a menudo de caramelos no es bueno para nuestra salud, por el alto contenido calórico que éstos aportan y sobre todo que se relaciona con la aparición de caries. Pero comernos uno de vez en cuando, es delicioso ¿a poco no? En este experimento, usaremos caramelos de colores, no para comerlos, si no para ver que colores están escondidos en los colorantes que se usaron al prepararlos. ¡Te sorprenderás!

Material

1 plato liso y blanco
Caramelos de colores variados
Agua



Procedimiento

Toma caramelos de distinto color y colócalos en el borde del plato, ordenándolos de diferente color entre ellos. Una vez hecho esto, con cuidado agrega agua desde el centro del plato hasta que cubra al menos la bases de los caramelos, sin que éstos se muevan. Debemos esperar unos minutos y observar lo que sucede.

¿Qué pasa con los colores de los caramelos?

Lo primero que ocurre es que los colorantes empiezan a disolverse con el agua y se esparcen alrededor de los caramelos, pero ¿en algunos, notaste algo diferente? Es muy probable que algunos caramelos hayan sido coloreados con un color mezclado, algo común que se hace para obtener cierto color y se utiliza al preparar estos caramelos y otros productos alimenticios. Te doy ejemplos, el color naranja se obtiene mezclando color rojo y color amarillo; y el verde se consigue con la combinación de azul con amarillo.

Eventualmente, los colores de los caramelos se separarán del azúcar para difundirse con el agua y cada color se separará debido a la diferencia de su peso molecular. Por la tanto, en este experimento vemos dos diferentes fenómenos, el de la difusión y el de separación de pigmentos debido a la diferencia de peso molecular entre cada uno de los colorantes. También puedes experimentar, utilizando alcohol, leche o vinagre y observa que sucede con la separación de colores.

*Rafael Salgado Garciglia. Profesor e Investigador del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

INFOGRAFÍA

Hongos comestibles

Sofía Ascencio Murillo

MÉXICO ES UN PAÍS MUY DIVERSO EN HONGOS; SE UTILIZAN ALREDEDOR DE 400 ESPECIES COMO ALIMENTO Y MEDICINA, UN NÚMERO RELEVANTE A NIVEL MUNDIAL

SE PUEDEN PREPARAR A LA PLANCHA, SALTEADA CON AJOS O INCLUSO EN ENSALADAS



HONGO OSTRA

Nombre científico:
Pleurotus ostreatus



ES RICO EN PROTEÍNAS, FIBRA, VITAMINAS Y MINERALES

ES EL TERCER HONGO CULTIVADO MÁS IMPORTANTE CON FINES ALIMENTARIOS

CRECE EN BOSQUES DE CONÍFERAS Y FORMA MICORRIZAS CON PINOS Y ROBLES



HONGO AZUL

Nombre científico:
Lactarius indigo

PUEDE TENER UN SABOR LIGERAMENTE AMARGO O PICANTE

EN MÉXICO, LOS CUERPOS FRUCTÍFEROS SE RECOGEN DE JUNIO A NOVIEMBRE

Referencias:

Sánchez C (2010) Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. *Appl Microbiol Biotechnol* 85:1321-1337

Flores, R., Díaz, G., & Honrubia, M. (2005). Mycorrhizal synthesis of *Lactarius indigo* (Schw.) Fr. with five Neotropical pine species. *Mycorrhiza*, 15(8), 563-570.

