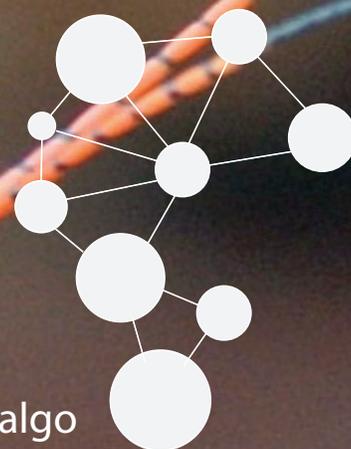


# Saber Más

## Revista de Divulgación

de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



# Hablemos de "Ellos" ...



Entrevista a Fabián Herrera León, profesor e investigador en el Instituto de Investigaciones Históricas UMSNH

Año 6 / No. 31 / Enero - Febrero / 2017  
Morelia, Michoacán, México  
U.M.S.N.H.

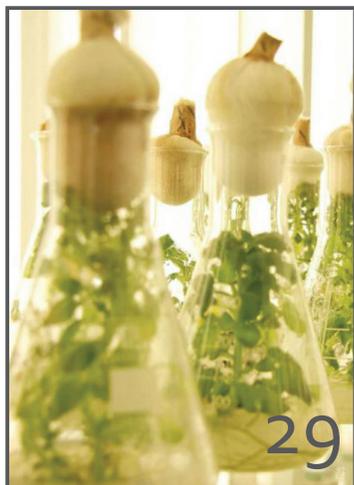
- Matzitzi: Una selva de hace 280 millones de años
- El principio de la mínima acción
- La sacarosa: el dulce de las plantas
- Árboles y Biotecnología
- *Trichoderma*: un hongo bioestimulante

ISSN 2007-7041



9 772007 704007

# Contenido



## Entérate

- Un sistema solar similar al nuestro 5
- Concurso de Fotografía Científica 6

## Entrevista

- Fabián Herrera León 8

## Artículos

- Matzitz: Una selva de hace 280 millones de años 11
- El principio de la mínima acción 15
- La sacarosa: el dulce de las plantas 19
- Hablemos de "Ellos"...** 24
- Árboles y Biotecnología 29
- Trichoderma*: un hongo biofertilizante 34

## Tecnología

- Atrapanieblas 38

## Una probada de ciencia

- 50 lecciones breves de meteorología 41

## Ciencia en pocas palabras

- Apoptosis 43

## La ciencia en el cine

- La llegada 45

## Experimenta

- Fuego de Colores 49



### Rector

Dr. Medardo Serna González

### Secretario General

Dr. Salvador García Espinoza

### Secretario Académico

Dr. Jaime Espino Valencia

### Secretario Administrativo

Dr. Oriel Gómez Mendoza

### Secretario de Difusión Cultural

Dr. Orlando Vallejo Figueroa

### Secretario Auxiliar

Dr. Héctor Pérez Pintor

### Abogada General

Lic. Ana María Teresa Malacara Salgado

### Tesorero

C.P. Adolfo Ramos Álvarez

### Coordinador de la Investigación Científica

Dr. Raúl Cárdenas Navarro

SABER MÁS REVISTA DE DIVULGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, Año 6, No. 31, Enero - Febrero, es una publicación bimestral editada por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo a través de la Coordinación de la Investigación Científica, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316 74 36, [www.sabermas.umich.mx](http://www.sabermas.umich.mx), [sabermasumich@gmail.com](mailto:sabermasumich@gmail.com). Editor: Horacio Cano Camacho. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-072913143400-203, ISSN: 2007-7041, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Departamento de Informática de la Coordinación de la Investigación Científica, C.P. Hugo César Guzmán Rivera, Av. Francisco J. Mújica, s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 58030, Tel. y Fax (443) 316-7436, fecha de última modificación, 06 de enero de 2017.

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

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



### Director

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

### Editor

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

### Comité Editorial

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

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

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 Cedejas  
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
Puebla, Puebla, México.

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

### Asistente de Edición

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

### Diseño

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

### Correctores

Edén Saraí Barrales Martínez

### Administrador de Sitio Web

C.P. Hugo César Guzmán Rivera

### Podcast

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



Comenzamos 2017 con buenas noticias: nuestra revista sigue cosechando lectores; cada vez más investigadores nos eligen para dar a conocer al gran público su trabajo; y no sólo en la revista en línea sino estamos abarcando nuevos medios como los audiovisuales. Además, hemos sumado a nuestro Comité Editorial a dos profesoras-investigadoras con mucha, y muy valiosa, experiencia y trayectoria en la comunicación pública de la ciencia. Y para cerrar con broche de oro las buenas noticias, en este bimestre presentamos nuestra solicitud de registro al Padrón de Revistas de Divulgación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, lo que nos dará aun más visibilidad y complementa muy bien los índices a los que ya estamos registrados, esperamos pronto tener mucho que presumirte.

Todo lo anterior, constituye un pequeño recuento de los esfuerzos que hacemos cotidianamente para mejorar la calidad de *Saber Más*. En el campo de la divulgación, que finalmente es el de contacto directo con el lector, seguimos ganando experiencia, recursos y mucho entusiasmo. Como muestra basta mirar este número: nuestro artículo de portada versa sobre los organismos más diversos, numerosos y exitosos del planeta, los *artrópodos* en donde encontramos insectos, arañas, camarones, entre las más de un millón de especies. Estos organismos son fascinantes por donde quiera que se les mire, por su forma, color, formas de vida, diversidad e importancia en el ambiente. Te invitamos a leer este artículo, tal vez también a ti te encanten los artrópodos.

Otro de nuestros artículos versa sobre los árboles y la biotecnología. Cuando hablamos de esta tecnología, tendemos a imaginar microorganismos y a lo sumo, de plantas agrícolas, pero difícilmente nos imaginamos a los árboles. En este artículo nos presentan evidencias de la importancia del aprovechamiento biotecnológico de muchas especies arbóreas, tanto para la propagación y conservación, como para generar fuentes de sustancias de interés. Y ya metidos en el ámbito de la biotecnología nos platican, en otro artículo, de un hongo que causa mucho interés, el famoso *Trichoderma*, mismo que puede ser usado como fertilizante como sistema de control biológico en la agricultura. *Trichoderma* de verdad es interesante, conózcenlo.

Somos un país con enormes problemas nutricionales, derivados en gran medida de nuestro consumo de azúcares sencillos, principalmente sacarosa. Este compuesto juega un papel fundamental en todos los procesos bioquímicos de los seres vivos. ¿Qué es este azúcar?, ¿cómo se produce y por qué es importante?

¿Te interesa la física del movimiento? Entérate de las leyes que lo gobiernan en un artículo sobre el principio de mínima acción, en donde los expertos nos ilustraran sobre las implicación de la mecánica clásica en todos los aspectos de la naturaleza. Finalmente, otro trabajo nos llevará de paseo a un bosque prehistórico, la formación Matzitzi, en donde podremos encontrar las evidencias y restos de plantas fósiles más antiguas de México, realmente un paseo por la historia...

Además, tenemos nuestras acostumbradas secciones de cine y ciencia, libros, experimentos, noticias y la entrevista. No debes perderte este número de *Saber Más*, revista de divulgación de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Horacio Cano Camacho  
Editor



Entérate

## Un sistema solar similar al nuestro

Este 22 de febrero, la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (por sus siglas en inglés, NASA) anunció la existencia de un sistema solar formado por siete planetas rocosos de tamaño similar al de la Tierra, en la constelación de Acuario. Debido a que se encuentran fuera de nuestro sistema solar, estos planetas son científicamente conocidos como exoplanetas.

Esto es el resultado de diversas investigaciones, publicado recientemente en la revista "Nature" por Michael Gillon, principal autor del artículo e investigador líder del proyecto TRAPPIST desarrollado en la Universidad de Lieja, Bélgica (*Nature*, 542:456-460. doi:10.1038/nature21360). Las observaciones realizadas con el Telescopio Espacial *Spitzer* de la NASA, confirman que se ha encontrado el primer sistema de siete planetas del tamaño de la tierra que giran alrededor de una estrella o sol cálido llamado *Trappist-1*. Tres de estos planetas están firmemente ubicados en una zona considerable habitable, algunos de ellos podrían tener agua líquida, punto importante para considerar que haya vida como la conocemos.

El descubrimiento establece un nuevo récord para el mayor número de planetas de una zona habitable alrededor de una sola estrella, fuera de nuestro sistema solar. Este sistema está a unos 40 años luz (235 trillones de millas) de la tierra, lo que significa que si viajáramos en una nave a la velocidad de luz, el viaje duraría casi los 40 años. Sin embargo, ha sido considerado que relativamente está cerca de nosotros.

Este sistema de siete exoplanetas fue nombrado TRAPPIST-1, por las siglas en inglés de "The Transiting Planets and Planetesimals Small Telescop", desde

mayo de 2016 en Chile, cuando científicos utilizando este sistema de telescopios, descubrieron tres planetas en ese sistema. Con la ayuda de varios telescopios terrestres, incluyendo el "Very Large Telescope" del Observatorio del sur de Europa, con el Telescopio Spitzer se confirmó la existencia de dos de estos planetas y descubrió los otros cinco.

A diferencia de nuestro sol, *Trappist-1* es una estrella clasificada como enana ultrafría, características que hacen suponer que los planetas que la orbitan puedan contener agua. El tamaño de los siete exoplanetas fue calculado usando los datos del Telescopio *Spitzer* y han calculado la masa estimada de al menos seis de ellos, lo que les ha permitido estimar también la densidad de cada uno de ellos. Estos últimos datos sugieren que son de naturaleza rocosa y además confirman la probabilidad de contener agua.

Este sistema es considerado uno de los mejores para estudiar las atmósferas de sus planetas potencialmente habitables y del tamaño de la tierra. Es por eso, que se han iniciado estudios con el Telescopio Espacial *Hubble*, con fines de realizar la proyección de cuatro de los planetas, entre ellos los tres dentro de la zona habitable.

Los telescopios *Spitzer*, *Hubble* y *Kepler* ayudarán a los astrónomos a continuar con sus investigaciones relacionados a *Trappist-1*, así como con el Telescopio Espacial James que será lanzado en el 2018. Este telescopio será capaz de detectar las huellas químicas de agua, metano, oxígeno, ozono y otros componentes de la atmósfera de estos planetas. También analizará las temperaturas y presiones de superficie de los planetas, factores clave para determinar si estos son habitables.



<https://www.nasa.gov/spitzer>  
<https://exoplanets.nasa.gov/trappist1>

Entérate



## Concurso de Fotografía Científica

*Fotografía Ganadora: Diversidad Genética (F.A. Olmedo López)*

**E**n el marco del 7º Foro Académico de Posgrado en Ciencias Biológicas y Agropecuarias que organizó el Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas (PIMCB) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, el pasado mes de diciembre, se realizó por primera vez el Concurso de Fotografía Científica, que convocó a los estudiantes e investigadores participantes.

La fotografía es también un modo de divulgar la ciencia a través de las imágenes, por lo que este concurso se realizó para motivar principalmente a los estudiantes de posgrado, invitando a la comunidad con la exposición de ellas, a participar en la actividad de comunicación pública.

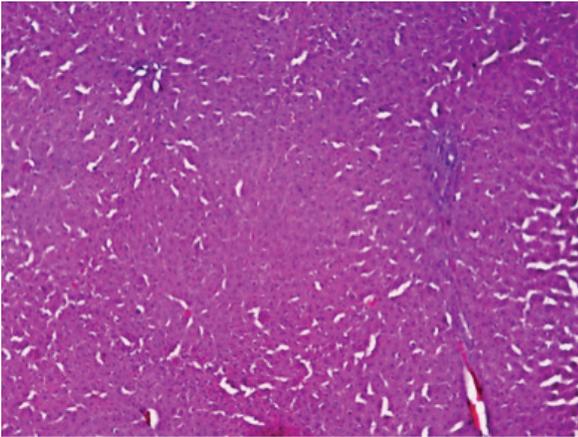
Cinco estudiantes de diferentes Áreas Temáticas del PIMCB sometieron diez fotografías al concurso, las que cumplieron con los requisitos plasmados en la convocatoria. Para seleccionar la fotografía ganadora se contó con la participación de un Comité Evaluador Externo integrado por expertos en fotografía científica y divulgación de la ciencia.

La fotografía ganadora fue "Diversidad Genética: Un ejemplo gráfico de la variabilidad genética del maíz" (Fotografía Principal) del autor Ing. Agr. Francisco Antonio Olmedo López, estudiante del PIMCB del Área Temática de Biotecnología Alimentaria. Se seleccionó por ser la imagen mejor lograda estéticamente, ya que los granos de maíz yacen armónicamente sobre una hoja de maíz. La iluminación genera un degradado de claro a oscuro que les da volumen a los granos. Además, refleja la variedad de tipos de maíz de nuestras regiones y vislumbra una imagen con importancia en la ciencia.

Las otras nueve fotografías fueron sometidas por los estudiantes del PIMCB: Hermelinda Salinas Estrada (Instituto de Investigaciones Agrícolas Forestales), Alejandro López Mejía (Facultad de Biología), Francisco A. Olmedo López (Facultad de Agrobiología), Jesús Alejandro Ordaz Ochoa (Facultad de Agrobiología) y Enrique Hernández Rodríguez (Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales).



*Polinización: A. López Mejía*



*Corte histológico de tejido hepático: A. López Mejía*



*Corte transversal de la corteza de Ceiba grandiflora:  
H. Salinas Estrada*



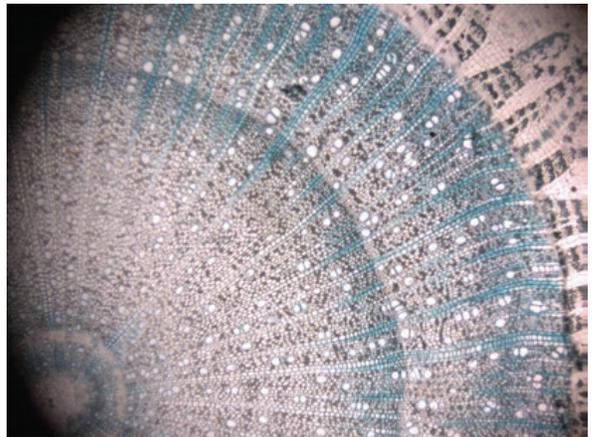
*Consecuencias de la explotación ambiental:  
J.A. Ordas Ochoa*



*Con sigilo: E. Hernández Rodríguez*



*Gradiente-Antropía: E. Hernández Rodríguez*



*Estructura del tallo de Ceiba grandiflora:  
H. Salinas Estrada*



*Hongo Armillaria:  
J.A. Ordas Ochoa*



*Coloración de Setas: F.A.  
Olmedo López*

Entrevista



Foto: Roberto Carlos Martínez Trujillo

## Fabián Herrera León

Por Roberto Carlos Martínez Trujillo y Fernando Covián Mendoza

Fabián Herrera León (Zapopan, Jalisco) es licenciado en Historia por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (Facultad de Historia, 2002) y maestro en Historia de América con mención honorífica por el Instituto de Investigaciones Históricas de la UMSNH (2005). Obtuvo su doctorado en el Centro de Estudios Históricos de El Colegio de México (2010).

En el curso de sus estudios de posgrado realizó estancias de investigación en Ginebra, Suiza, como becario de la Confederación Helvética y en Madrid, España, con apoyos para la investigación del CONACYT y del Banco Santander. Sus dos tesis de posgrado fueron galardonadas con el premio nacional Genaro Estrada de la Secretaría de Relaciones Exteriores de México (premios 2006 y 2011) y más tarde publicadas por el Acervo Histórico Diplomático Mexicano. Desde el año 2010 se desempeña como profesor-investigador del Instituto de Investigaciones Históricas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde el año 2012. Forma parte de distintas asociaciones internacionales de historiadores y latinoamericanistas y ha estado a cargo de importantes publicaciones mexicanas de historia y archivística: *Tzintzun*, *Revista de Estudios Históricos* (2013-2016) y *Legajos Boletín del Archivo General de la Nación* (2015-a la fecha).

El Premio de Investigación 2016 de la Academia Mexicana de Ciencias supuso un balance detallado de una trayectoria de investigación sostenida y meritoria en el área de humanidades, destacando importantes y novedosos resultados historiográficos en el ámbito de la historia diplomática y de la historia de las relaciones internacionales de México y de América Latina. La labor del doctor Herrera León ha involucrado un número importante de formadores, investigadores y colegas de México y el extranjero, así como distintas instituciones de educación superior que en el curso de más de diez años han participado en su formación y en la investigación que actualmente realiza.

Sus principales líneas de investigación han sido las relaciones internacionales de México y América Latina en el siglo XX y la diplomacia multilateral del periodo de entreguerras mundiales. La obra resultante en relación a México y América Latina respecto a los organismos multilaterales del periodo de entreguerras, constituye un referente común, regular y creciente para los especialistas e investigadores interesados en cuestiones y problemáticas relacionadas con el fenómeno de la interacción internacional, su historia política y las posibilidades para la transnacionalización de políticas y normas comunes.

### ¿Qué le motivó a estudiar la carrera de Historia y cuáles son los frutos o satisfacciones que ha tenido a lo largo de su trayectoria como investigador?

Entre las motivaciones que tuve para elegir la carrera de Historia y estudiarla en esta universidad, estuvieron mi gusto por la lectura y claramente mi interés por los temas históricos. Eso, junto con la motivación que tuve durante mi formación previa en el área de humanidades, fue lo que me llevó a tomar esa decisión.

### ¿Qué proyecto de investigación desarrolla?

Actualmente, un proyecto que busca situar a México y a su diplomacia en el ámbito de las relaciones multilaterales entre las dos guerras mundiales. La intención es cubrir un vacío historiográfico notorio, relevante, que va a brindar seguramente luces sobre la conducción de la política que está viviendo el país-: la actuación diplomática de sus representantes en ese periodo, los procesos de toma de decisión y las consecuencias positivas y negativas derivadas.

### ¿Cuál ha sido su trayectoria en la Universidad Michoacana?

Soy estudiante de esta universidad desde la preparatoria. Fui egresado de la preparatoria número dos "Pascual Ortiz Rubio", en San José, ahí emprendí mi trayectoria como nicolaita, la cual continué en la Facultad de Historia y seguidamente en el Instituto de Investigaciones Históricas (IIH), del que me separé por algún tiempo para cursar mi doctorado. Más tarde pude reincorporarme al instituto como profesor e investigador, lo cual llevo realizándolo desde hace cinco años.

### ¿Cómo se desarrolla su trabajo de investigación en el ámbito nicolaita?

Muy favorablemente en vista de las posibilidades que ofrece la Universidad Michoacana, que en términos generales brinda la universidad pública en México. Nunca me he visto en complicaciones para llevar a cabo mi investigación, ha sido una ventaja estar cerca del centro administrativo del país, la Ciudad de México y que representa para nosotros un espacio de concentración de información archivística y bibliográfica, pero creo que nuestra Universidad día con día favorece a que no haya necesidad de que sus investigadores tengan que trasladarse a realizar investigación, y me parece que también el momento de la era digital en la investigación es muy favorable.



**¿En qué resulta innovadora su investigación y cuál es su relevancia respecto a la comprensión de la política exterior mexicana?**

Es un tema que si bien tiene una notoriedad o la ha tenido en el ámbito periodístico, nunca ha sido motivo de una investigación a fondo, en gran medida porque la información diplomática durante algunas décadas fue inaccesible. Ahora que ya desde hace unas décadas está disponible la consulta para los investigadores, favorece el trabajo de investigación. Esto es relevante puesto que permite matizar y aclarar algunos episodios de política exterior importantes y que representan un punto de referencia para la toma de decisiones contemporáneas en el ámbito diplomático mexicano.

**Háblenos de su trabajo con jóvenes investigadores en nuestra universidad, ¿de qué manera los motiva para adentrarse en el mundo de la investigación?**

He tenido la satisfacción de trabajar con jóvenes investigadores desde el momento inicial en que son egresados de licenciatura. Después, en los posgrados de la universidad, aun cuando no estén directamente relacionados con mi línea de investigación, he podido tener cercanía con algunos de ellos como tutor, asesor de prácticas profesionales, como jurado de investigación... Hay una dinámica muy positiva en ello.

**¿Puede darnos su opinión sobre su cargo como editor reconocido de la revista Legajos del Boletín del Archivo General de la Nación, así como del premio de la Investigación de la Academia Mexicana de Ciencias 2016, con el que ha sido distinguido?**

Mi labor actual como director de la revista Legajos del boletín del Archivo General de la Nación es parte de una trayectoria editorial que empezó con Tzintzún, la revista de nuestro Instituto de Investigaciones Históricas (que) representa la oportunidad incluso de llevar ciertas mejoras a la edición de un boletín con la relevancia nacional de la revista Legajos.

En relación con el Premio a la Academia Mexicana de Ciencias, es igualmente un reconocimiento a mi trayectoria como joven investigador y me honra recibirlo en el momento en que precisamente estoy adscrito a esta universidad, la cual me formó.

**¿Cuál es su punto de vista sobre la elaboración de revistas electrónicas, en particular el caso de Saber Más?**

Me parece que Saber más, que es la revista de la que ustedes están encargados y que lo hacen muy bien, consigue, precisamente a través de los medios digitales, demostrar que puede haber calidad en la publicación digital y representa, a mi modo de ver, un paradigma para muchas formas de visión, no solamente hemerográfica sino también bibliográfica de la Universidad Michoacana. Creo que tiene que ver con una mejor administración de recursos y no solamente con el impacto que se pretende con este tipo de revistas de calidad. Me parece que estos son dos puntos a celebrar: *Saber Más* tiene una trayectoria reconocida y una celebrada iniciativa en nuestro ámbito universitario.

**¿Cómo es un su día cotidiano como investigador y qué le agrada hacer en sus tiempos libres, independientemente del trabajo que realiza como historiador?**

Mi día es muy normal en términos de trabajo y de docente, colaboro actualmente en la Secretaria Académica del Instituto de Investigaciones Históricas, entonces brindo atención a estudiantes y profesores en el transcurso del día y me doy tiempo para llevar a cabo mi actividad como profesor e investigador. Es básicamente una semana que se cubre totalmente de trabajo y responsabilidades, pero también encuentro el tiempo posible para realizar ejercicio. (¿Qué le gusta hacer?) A mí me gusta la bicicleta de montaña, entonces cuando puedo me escapo a andar en bici, también me gusta correr pero prefiero más la bicicleta.

**¿Desea agregar algo, Doctor?**

No, nada más agradecerles a ustedes por su tiempo.



Artículos

# Matzitzí: Una selva de hace 280 millones de años

Nelson Alejandro Valdés Vergara y María del Rosario Fernández Barajas

La Era Paleozoica se caracterizó por la aparición de diversas y novedosas formas de vida, tanto marinas como terrestres. Inició en el Cámbrico, hace unos 540 millones de años y terminó hace aproximadamente 250 millones de años durante el Pérmico, con el evento de extinción más grande de la historia del planeta, la crisis Permo-Triásica.

El final del Periodo Carbonífero e inicios del Pérmico se caracterizó por un cambio en los paisajes y climas existentes (Figura 1). La tierra se volvió más cálida y árida, además las primeras plantas con semilla (Gimnospermas) comenzaban a dominar el entorno. Durante este tiempo, los continentes no presentaban la disposición que conocemos actualmente, si no que aún existía la "Pangea" (Figura 2).

Los restos de plantas fósiles quizás más antiguos de la República Mexicana, corresponden al Periodo Pérmico y se restringen únicamente a localidades ubicadas en el Centro-Sur y Noreste del País.

## Su ubicación

Las rocas de la Formación Matzitzí afloran entre las poblaciones de Los Reyes Metzontla y Santiago Coatepec, al sur del Estado de Puebla, así como entre los kilómetros 84 y 99 de la Auto-pista Cuacnopalan-Oaxaca, en el estado de Oaxaca (Figuras 3 y 4).

## Evidencias fósiles

Este lugar comenzó a ser estudiado a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, y la antigüedad que se proponía en ese entonces para el sitio oscilaba entre finales del Triásico y mediados del Jurásico. No fue sino hasta el año de 1970, que Alicia Silva Pineda realizó el primer estudio taxonómico de las plantas fósiles provenientes de esta Formación y les asignó una edad correspondiente al final del Carbonífero (Figura 5). Posteriormente, Susana Magallón en 1991, asignó una antigüedad que iba de entre finales del Carbonífero y principios del Pérmico, en base a la presencia de *Fascipteris*, un helecho común

Nelson Alejandro Valdés Vergara es Pasante de Biología y María del Rosario Fernández Barajas es Técnico Académico de Tiempo

Completo y Profesora de Asignatura. Laboratorio de Ciencias de la Tierra y Paleontología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala-UNAM.



Figura 1. Paisajes de los Periodos Carbonífero y Pérmico: A) Paisaje Típico del Carbonífero e inicios del Pérmico, tomada de Predesk; B) Paisaje típico de la mitad y final del Pérmico, tomada de Pinterest.

en el Pérmico de China (Provincia florística de Cathaysia) y del Pérmico de México (Figura 5A).

La determinación de la edad más aceptada actualmente (unos 280 millones de años aproximadamente) fue realizada por el Dr. Reinhard Weber en 1996, quien confirmó dicha edad en base a la presencia de las plantas fósiles como *Lonesomia mexicana* y *Sigillaria ichthyolepis*. En este fósil se notan las "escamas", que en realidad son los espacios que dejaban las hojas al caerse (cicatrices foliares) (Figura 5B).

En las diferentes localidades donde aflora la Formación Matzitzzi, es relativamente común encontrar Filicales o "helechos verdaderos", plantas con una reproducción sexual a través de esporas y que en estos tiempos tenían la forma de un árbol (porte arboreo) (Figura 5C).

También se encuentran las Lepidodendrales, un grupo extinto de plantas con porte arboreo y cuyos parientes vivos son los Licopodios; las Calamitales, un grupo extinto de plantas de un porte arbustivo o arboreo, muy similares a sus parientes actuales, los *Equisetum* o "colas de caballo" (Figura 5D).

Otros grupos de plantas con una menor abundancia pero igualmente importantes, lo

componen las Ginkgoales (Figura 5E), grupo de árboles casi extintos, que aparecieron a finales del Paleozoico, fueron muy abundantes durante el Mesozoico y actualmente cuentan con un único representante vivo, el *Ginkgo biloba*. Este tipo de ejemplares se conocen también del Pérmico de Rusia y Asia menor.

Las Cycadales, un grupo de plantas con un porte de crecimiento similar a las palmeras, que aparecieron a finales del Paleozoico, fueron muy abundantes durante el Mesozoico y actualmente cuentan con varios representantes vivos. Este tipo de ejemplares se conocen también del Pérmico de Australia (Figura 5F).

Las Giganthopteridales, un grupo de plantas extintas y consideradas enigmáticas para la paleobotánica, ya que sus hojas son muy similares a la de las angiospermas (plantas con flor) leñosas actuales, probablemente trepadoras, también son representativas de esta edad y selva fósil (Figura 5G). La venación es muy fina y poco perceptible, por lo que fue remarcada. Este tipo de hojas han sido encontradas únicamente en el Pérmico de China y Estados Unidos.

Una zona con ríos de baja energía, pantanos y planicies de inundación fue probablemente el lugar donde habitaron estos organismos,

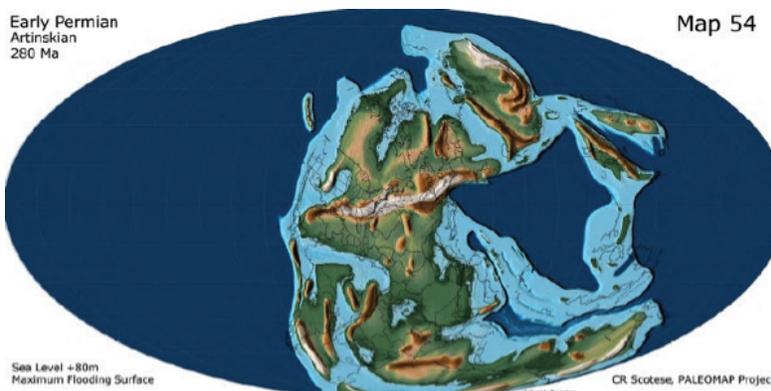


Figura 2. Vista general de la Pangea hace 280 millones de años (Pérmico temprano, Artinskiano). Tomada de PALEOMAP Project.



Figura 3. Localización de los principales afloramientos de la Formación Matzitzí. Tomada de Centeno-García et al. 2009

una zona tropical con un clima cálido y periodos de humedad estacional, en el cual los distintos estratos (arborescentes, arbustivos y trepadores) de la vegetación competían por los recursos disponibles para su supervivencia, de la misma manera que sucede hoy en día en selvas tropicales de todo el mundo.

Prueba de ello nos la ofrece la presencia de los restos de helechos, licopodios y “colas de caballo”, asociados a zonas de humedad; así como de plantas con hojas grandes (Cycadales, Ginkgoales y Gigantopteridales) que competían con las primeras por luz solar y humedad. Sin embargo, hoy en día estos paisajes quedaron atrás, las rocas que guardan esta valiosa información, son actualmente una parte

de la Reserva Tehuacán-Cuicatlán, zona árida montañosa dominada por diferentes tipos de plantas adaptadas a este medio como cactáceas, suculentas, yucas, agaves y demás plantas con y sin espinas.

En conclusión, los constantes cambios en las clasificaciones taxonómicas de las plantas, las nuevas propuestas de líneas evolutivas de las mismas, así como los nuevos descubrimientos en ésta y otras localidades de México y el mundo, nos irán brindando nuevas perspectivas que permitan entender a mayor profundidad, cómo era y cómo lucía hace tantos millones de años,

una de las localidades fosilíferas más renombradas y enigmáticas del centro-sur de México, “La Formación Matzitzí”.



Figura 4. Afloramiento en el km 95 de la Autopista Cuacnopalan-Oaxaca, donde las rocas predominantes son areniscas y lutitas carbonosas.

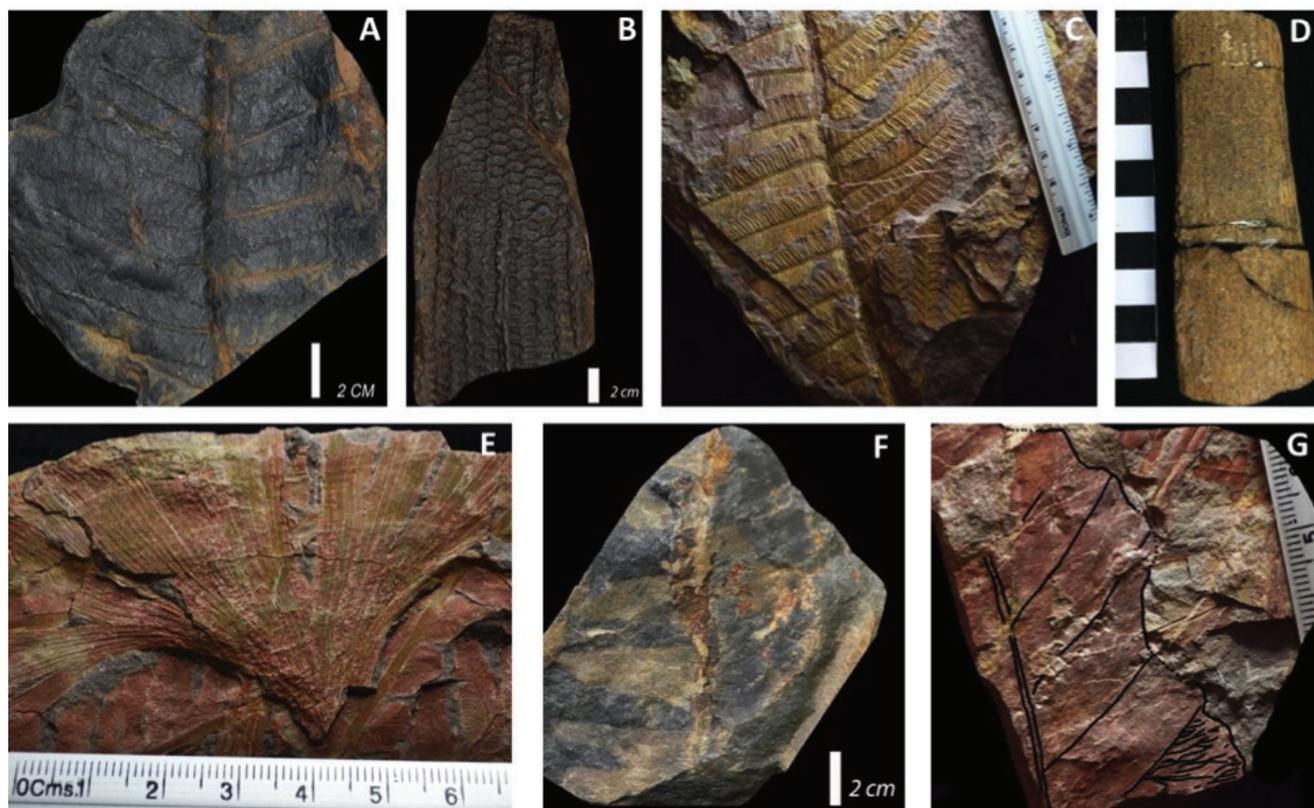


Figura 5. Fósiles de diferentes especies de plantas: A) *Fascipteris*; B) *Sigillaria ichthyolepis*; C) *Pecopteris andersonii*; D) *Calamites*; E) *Ginkgoal*; F) *Pseudoctenis*; G) *Gigantonoclea*.

Silva-Pineda. 1970. Plantas del Pensilvánico de la región de Tehuacán. *Paleontología Mexicana*. 29:9-107. <http://www.ojs-igl.unam.mx/index.php/Paleontologia/article/view/46/33>

Velasco-de León et al. 2015. An analysis of new foliar architecture of the Permian period in Mexico and its Ecological Interactions. *American Journal of Plant Sciences*, 6:612-619. [http://file.scirp.org/pdf/AJPS\\_2015031216173405.pdf](http://file.scirp.org/pdf/AJPS_2015031216173405.pdf)

Weber. 1997. How old is the Triassic Flora of Sonora and Tamaulipas and news on Leonardian Floras in Puebla and Hidalgo, México, *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 14(2):225-243. [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:NSluPIRS5p4J:satori.geociencias.unam.mx/14-2/\(12\)Weber.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:NSluPIRS5p4J:satori.geociencias.unam.mx/14-2/(12)Weber.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk)

Centeno-García, et al. 2009. Sedimentología de la Formación Matzitzzi (Paleozoico superior) y significado de sus componentes volcánicos, región de Los Reyes Metzontla-San Luis Atlotitlán, Estado de Puebla: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 26:18-36. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57214935003>

Artículos

# El principio de la mínima acción

Roberto de Arcia

*¿Alguna vez te han dicho que eres flojo o floja?*

**N**o te preocupes, si continúas leyendo te darás cuenta que estás obedeciendo a uno de los principios más importantes en la física: el principio de mínima acción.

Los físicos somos personas muy curiosas a las que nos gusta observar y analizar la naturaleza. Entre otras cosas, queremos comprender los fenómenos que suceden a nuestro alrededor y para ello empleamos un lenguaje especial y abstracto llamado matemáticas.

Los físicos somos personas muy curiosas a las que nos gusta observar y analizar la naturaleza. Entre otras cosas, queremos comprender los fenómenos que suceden a nuestro alrededor y para ello empleamos un lenguaje especial y abstracto llamado matemáticas.

## Formulación de las leyes de Newton

Para entender el movimiento de los cuerpos usamos la mecánica, es decir, la rama de la física que se encarga de estudiar a los objetos en reposo o en movimiento. Con ella, una vez que

*¿Eres capaz de estar todo el día acostado viendo la televisión, escuchando música o simplemente descansando?*

se conoce la posición inicial, la velocidad inicial y las fuerzas que actúan sobre dichos objetos, tenemos el conocimiento completo de cómo se moverán en el espacio. Decimos entonces que se conoce la dinámica del sistema y sabemos en dónde estará y cómo se moverá el objeto en todo momento.

Esta formulación se la debemos al físico, matemático, filósofo, teólogo y alquimista inglés Isaac Newton, quien fue capaz de demostrar que las leyes que gobiernan la caída de las manzanas en la tierra, son las mismas que originan el movimiento de los planetas. Podemos enunciar las tres leyes que rigen el comportamiento mecánico de los cuerpos (leyes de Newton) de la siguiente forma:

*El Dr. Roberto De Arcia es egresado el Instituto de Física y Matemáticas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y actualmente se encuentra realizando una estancia postdoctoral en la Universidad de Guanajuato.*

1. Ley de la inercia: Todo cuerpo en reposo o en movimiento a lo largo de una línea recta con velocidad constante permanecerá en el mismo estado físico, a menos que se le apliquen fuerzas externas.
2. Ley de las fuerzas: La aceleración que actúa sobre un cuerpo está dada por la suma de las fuerzas que actúan sobre él, es decir, fuerza es igual a masa por aceleración.
3. Ley de acción-reacción: Cuando aplicamos una fuerza sobre un objeto aparece una fuerza de reacción con la misma intensidad pero en sentido contrario.

Todo lo anterior se denomina análisis vectorial de la naturaleza, ya que todas las que variables con las que trabajamos están dadas por medio de vectores. Estos son objetos matemáticos que se usan para representar la posición, la velocidad y la aceleración que tienen los cuerpos por medio de una cantidad que posee una magnitud (un número), una dirección y un sentido (figura 1).

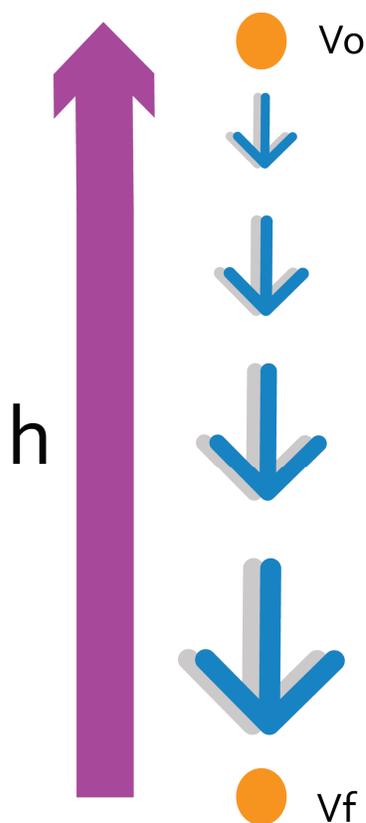


Figura 1: Representación vectorial de la caída libre de un objeto. Podemos observar que a cada paso la velocidad del objeto es mayor y esto se representa mediante flechas de tamaño creciente que indican en todo momento la dirección del movimiento. Aquí  $h$  es la altura inicial,  $v_o$  significa velocidad inicial y  $v_f$  representa la velocidad final del objeto.

Aun cuando el análisis mediante vectores es completo y permite predecir la evolución de los sistemas físicos, en muchas ocasiones es difícil encontrar las ecuaciones de movimiento por medio del análisis vectorial. Lo que es peor, puede suceder que aun cuando sea posible escribir dichas ecuaciones, no existan soluciones que puedan ser obtenidas haciendo los cálculos con lápiz y papel. En este punto es necesario hacer uso de las computadoras e intentar hallar soluciones de manera aproximada usando programas de cálculo numérico.

Para evitar estos problemas algunos físicos idearon una nueva forma de estudiar a la naturaleza usando la ley de la conservación de la energía, la cual como su nombre indica, nos dice que la energía no se crea ni se destruye, sino que se transforma.

### La naturaleza y el gasto mínimo de energía

Las primeras ideas en cuanto a la forma económica en que actúa la naturaleza fueron propuestas por el abogado y matemático francés, Pierre de Fermat en el año de 1662. Fermat consideraba que los rayos de luz que viajan de un punto a otro lo hacen por medio del camino por el cual lleva menos tiempo realizar el recorrido. Años más tarde, en 1774 el filósofo, matemático y astrónomo francés Pierre Louis Maupertuis, estipuló que la naturaleza actúa siempre "gastando" la menor cantidad de energía posible.

Para entender mejor estas ideas vamos a imaginar que se deja caer un objeto desde la azotea de un edificio:

*¿Qué trayectoria crees que seguirá?  
¿Caerá en línea recta o hará una o más curvas en el aire antes de llegar al suelo?*

La experiencia nos dice que la primera opción es la correcta y esto se debe a que la distancia más corta entre dos puntos es la línea recta. Esto implica menor tiempo de recorrido y nos recuerda la idea de Fermat.

Por otro lado:  
*¿Te has dado cuenta que cada vez que se forman burbujas son siempre esféricas?  
¿Por qué no hay burbujas en forma de cubos o de pirámides?*



Figura no.2 <http://www.hcpl.net/category/tags/bubbles>

*Las burbujas de jabón tienen siempre una forma esférica ya que esta forma puede contener un mayor volumen de aire con una superficie pequeña.*

Esto se debe a que la figura geométrica de superficie más pequeña que es capaz de contener un mayor volumen de aire, es la esfera (figura 2). En éstas podemos ver que se está economizando (por decirlo de algún modo) en el material de construcción, lo cual nos recuerda a su vez la idea de Maupertius.

### Ley de la conservación de la energía

Según la física, cuando hablamos de energía nos referimos a la propiedad que poseen todos los objetos en el universo de producir un trabajo. Otra forma de ver a la energía es mediante sus manifestaciones en forma de luz, calor, o como en el caso de la mecánica, por medio de lo que llamamos energía cinética y energía potencial. La energía cinética existe únicamente cuando los objetos se encuentran en movimiento, es decir, un objeto en reposo no posee energía cinética.

La energía cinética depende de la velocidad a la que el objeto se está moviendo de manera que, mientras más rápido se mueva, mayor energía cinética posee. Por otro lado, la energía potencial aparece cuando se somete al objeto a la influencia de una o varias fuerzas. Para entender mejor esto vamos a tomar como ejemplo la caída de los cuerpos bajo la influencia de la gravedad de la Tierra.

Cuando levantamos un objeto en presencia de la fuerza de la gravedad, éste adquiere energía potencial, al soltarlo comienza a caer con una velocidad cada vez mayor hasta alcanzar un valor máximo un instante antes de tocar el suelo. Conforme la velocidad aumenta también aumenta la energía cinética, caso contrario a la energía potencial, la cual disminuye ya que la altura es cada vez menor. Se dice entonces que la energía potencial se transforma en energía cinética, y si la suma de ambas energías no cambia en el tiempo se tiene que la energía mecánica total se conserva.

### Mecánica analítica

Como vimos anteriormente, cuando sumamos la energía cinética y la energía potencial, obtenemos la energía total de un objeto.

Ahora bien:

*¿Qué sucede si tomamos la diferencia?*

*¿De alguna manera será algo útil para explicar el comportamiento de la naturaleza?*

Esta interrogante llevó en 1778 al físico, matemático y astrónomo franco-italiano Joseph Louis de Lagrange, a reescribir la mecánica

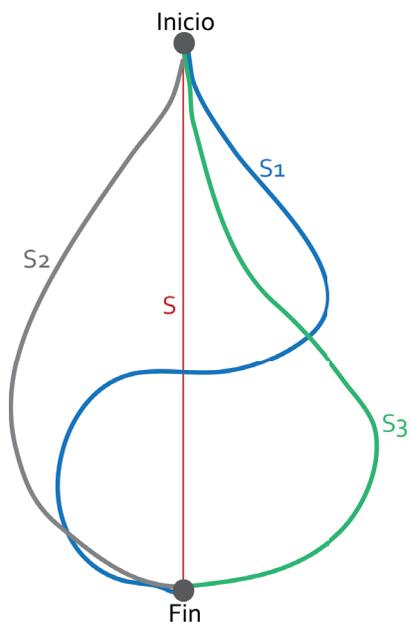


Figura 3. De todas las trayectorias que pueden seguir los objetos al ir de un punto a otro, la naturaleza actúa de forma que siempre elige la trayectoria con acción más pequeña. En el caso de la caída de un objeto se trata de la curva S.

de Newton a partir de un objeto matemático al que llamó Lagrangiano. Éste se define como la diferencia entre la energía cinética y la energía potencial y dio origen a una nueva forma de estudiar a la mecánica llamada mecánica analítica.

Entre sus principales propiedades se tiene la de simplificar las ecuaciones de movimiento, facilita los cálculos y permite obtener de forma directa leyes de conservación. Además, define a una cantidad llamada acción, la cual puede entenderse como el producto de la energía empleada en llevar a cabo un proceso por el tiempo que tarda en realizarse.

Vamos a usar de nuevo el ejemplo de la caída libre de un cuerpo para explicar cómo funciona el principio de mínima acción. Imaginemos un cuerpo que cae pero nosotros no sabemos de qué forma lo hace. En principio, existen infinitas trayectorias que el objeto podría seguir en su

viaje desde la posición inicial hasta el suelo. Lo que sí podemos decir es cómo se comportan la energía cinética y potencial en cada una de las trayectorias.

Construyendo el Lagrangiano de cada camino y obteniendo la acción en cada caso, observamos que la trayectoria que ocurre en el mundo real es la que tiene la acción más pequeña de todas (figura 3). Es decir, lo que nos dice el principio de mínima acción es que siempre la naturaleza actúa de forma que su evolución se presenta a través del camino que minimiza a la acción.

Aun cuando los ejemplos que hemos visto están definidos en el contexto de la física clásica, es importante mencionar que el principio de mínima acción también es válido en el marco de la física moderna, como es el caso de la relatividad general<sup>1</sup> y de las teorías clásicas de campo<sup>2</sup>. Desafortunadamente, cuando nos referimos al estudio de situaciones de la mecánica cuántica<sup>3</sup>, esto ya no es válido, debido a que se presentan fenómenos que, entre otras cosas ya no cumplen con nuestra idea de un sólo camino permitido.

<sup>1</sup>La relatividad general es la teoría con la que los físicos estudiamos a la fuerza de gravedad. Nos dice que todos los objetos del universo que poseen materia y energía son capaces de curvar al espacio que está alrededor de ellos, y es justamente esta curvatura lo que experimentamos como gravedad.

<sup>2</sup>La teoría clásica de campos permite estudiar la interacción entre las partículas a través del concepto de campo de fuerzas. Esto es una región del espacio capaz de generar fuerzas sobre los objetos y se usa comúnmente para explicar, entre otras cosas, a fenómenos de tipo gravitacional o electromagnético.

<sup>3</sup>La mecánica cuántica es la teoría que describe el mundo microscópico y permite entre otras cosas explicar la estructura atómica y describir la interacción entre las partículas. Su origen proviene de la imposibilidad de trabajar fenómenos microscópicos usando la física clásica.

Es necesario entonces definir herramientas más sofisticadas para llevar a cabo un estudio similar al que hemos presentado.

Artículos

# La sacarosa : el dulce de las plantas

María Gloria Solís Guzmán

La sacarosa, azúcar común o azúcar de mesa, es uno de los edulcorantes naturales más utilizados en nuestros alimentos, en nuestro paladar lo reconocemos como "dulce". Pertenece, junto a la glucosa, la fructosa, la lactosa, la maltosa y la galactosa, a los carbohidratos o sacáridos denominados "nutritivos", porque son la principal fuente de energía para nuestro organismo. La glucosa, la fructosa y la galactosa, son monosacáridos o azúcares simples; la lactosa, maltosa y sacarosa son disacáridos, formados por la condensación (unión) de dos azúcares monosacáridos iguales o distintos. La sacarosa está constituida por glucosa y fructosa.

La M. en C. **María Gloria Solís Guzmán** es estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas. Laboratorio de Genética y Microbiología de

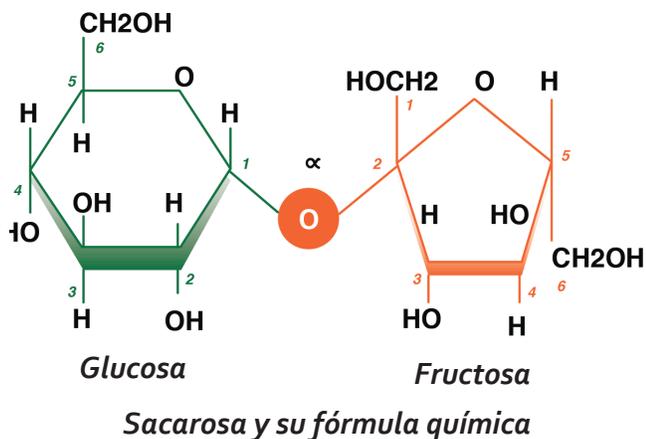
¿La sacarosa, se obtiene solo de las plantas?

¡Sí!

La sacarosa la podemos encontrar en hojas, tallos, raíces y frutos de muchas plantas, pero solamente se obtiene para su uso, mayormente de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y de la remolacha azucarera (*Beta vulgaris*). Pero también del arce azucarero (*Acer saccharum*), un árbol muy abundante en Canadá, de algunas palmeras (*Arenga pinnata* y *Caryota urens*) y del sorgo azucarero (*Sorghum bicolor*). De manera natural también podemos encontrarla en la miel de abeja en mezcla con la glucosa y la fructosa.

La sacarosa ocupa una posición central en el metabolismo de todas las plantas, es producida o sintetizada como principal producto de la

la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.



fotosíntesis en la mayoría de éstas. La fotosíntesis es el proceso mediante el cual se captura la energía de la luz y se utiliza para impulsar la síntesis de los azúcares a partir de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y agua, produciéndose, además, el oxígeno que respiramos.

Entonces, para la síntesis de los azúcares en las plantas se requiere de los cloroplastos, orgánulos presentes mayormente en las células de las hojas y algunos tallos, en los que se encuentra la clorofila y lugar donde se realiza la fotosíntesis. Aunque es un proceso muy complejo, puede resumirse en que, por medio de éste, el  $\text{CO}_2$  (materia inorgánica) se transforma en azúcar (materia orgánica) en la denominada Fase Oscura por no ser dependiente de la luz, empleando la energía bioquímica de la molécula energética celular, el ATP (trifosfato de adenosina). Esta molécula es obtenida por medio de la energía solar a través de los pigmentos fotosintéticos (entre ellos, la clorofila) y la cadena transportadora de electrones de los tilacoides, denominada Fase Luminosa por depender de la luz. Los tilacoides son sacos membranosos de los cloroplastos que al apilarse forman los grana, que contienen sustancias como los pigmentos fotosintéticos (clorofila, carotenoides y xantofilas, ente otros).

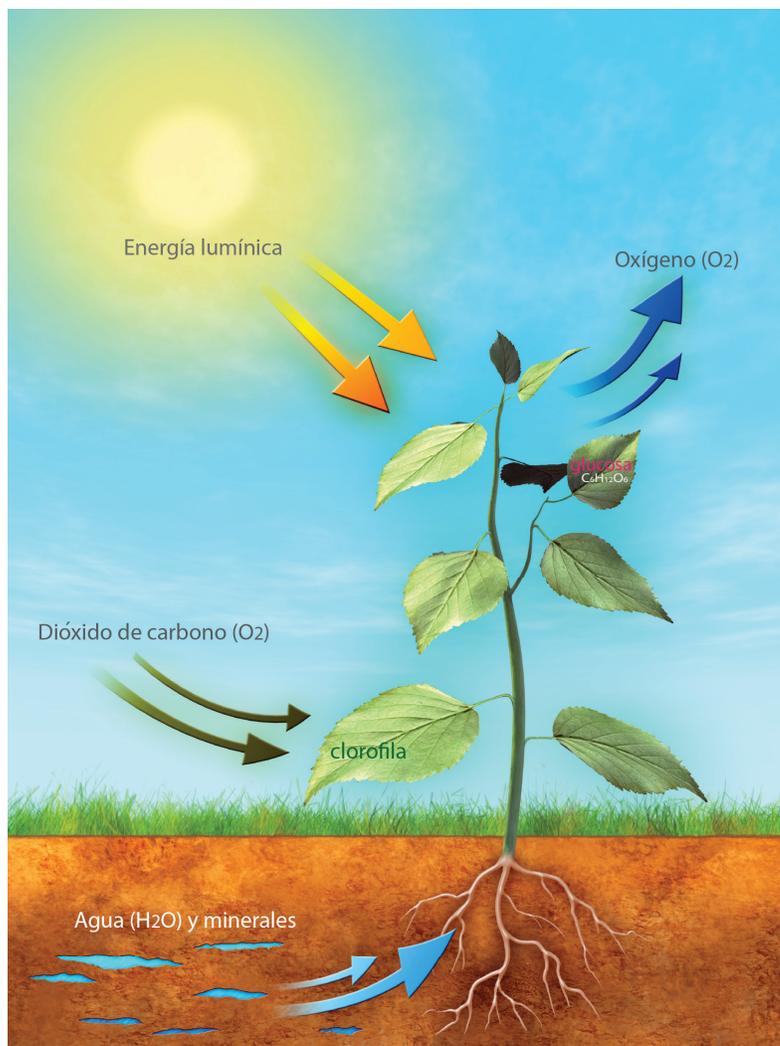
Del Ciclo de Calvin (denominado en honor de su descubridor Melvin

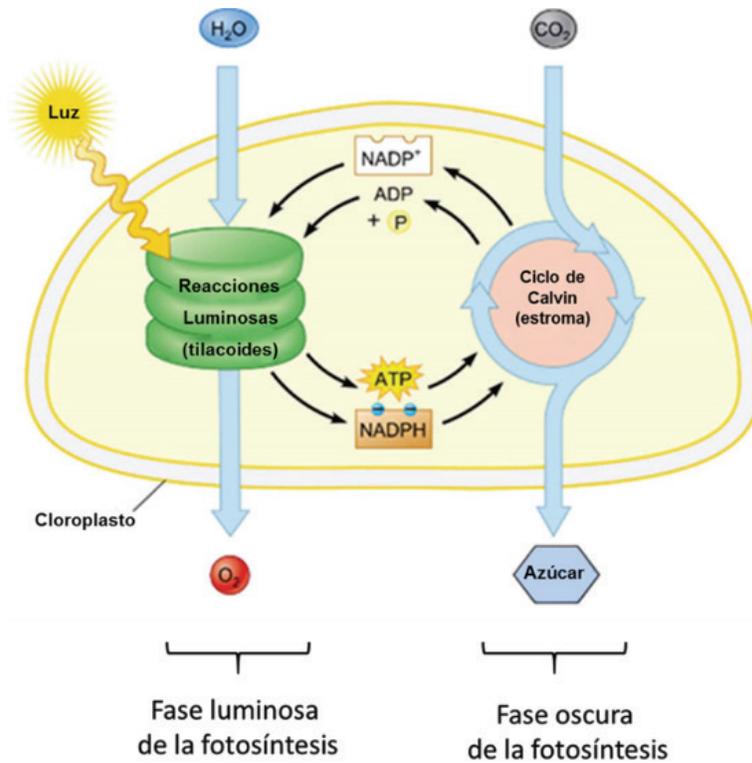
Calvin, galardonado con el Premio Nobel de Química en 1961), a partir de seis moléculas de  $\text{CO}_2$  se producen dos moléculas de gliceraldehído-3-fosfato (GAP), las que son transportadas al citosol para la síntesis de la sacarosa. A partir de estas moléculas también se sintetizan el almidón, la celulosa y otros compuestos orgánicos.

“El proceso completo desde la captura de la energía luminosa hasta la producción de azúcar, termina en el citosol de las células fotosintéticas”

### ¿Cómo es la síntesis de la sacarosa?

Estas moléculas GAP, son triosas (significan un azúcar de tres carbonos) con grupos fosfato (triosas-P) y son las precursoras de formar, primeramente, glucosa y a partir de ésta la fructosa, los monosacáridos que conforman a la sacarosa, mediante el metabolismo básico de las células como la glucólisis o la vía de las pentosas.





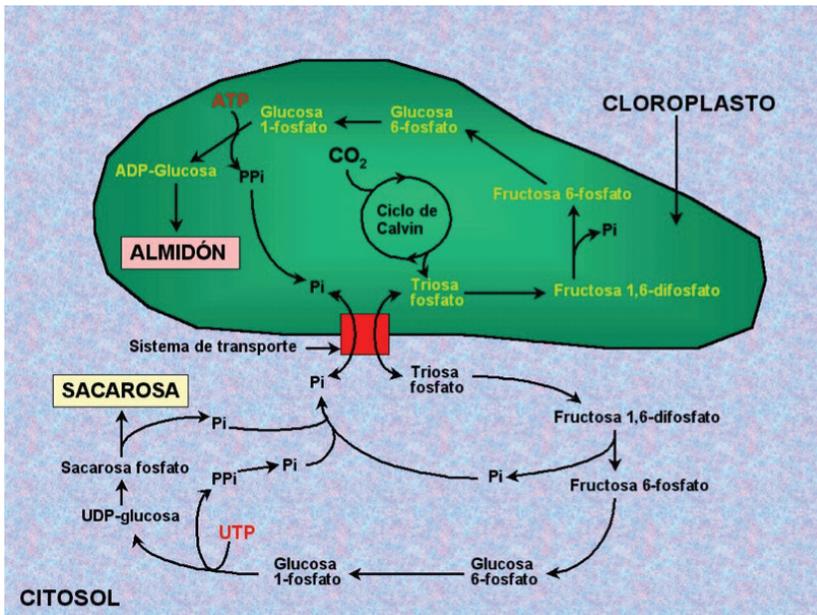
Fase luminosa y fase oscura de la fotosíntesis

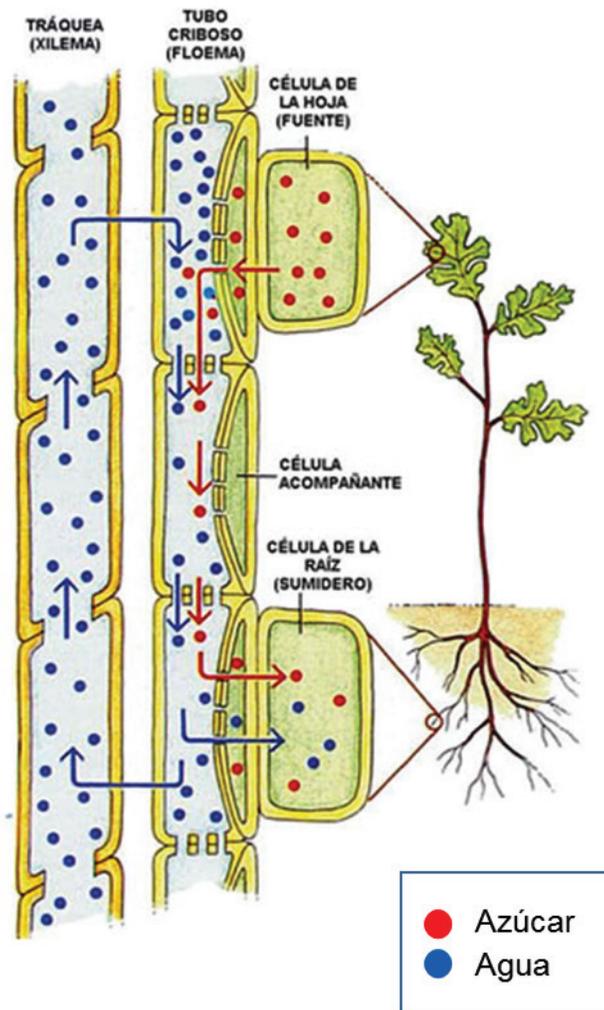
Es esta parte del metabolismo de los azúcares en plantas, que lo hace único en la naturaleza, ya que solo estos organismos son capaces de sintetizar la sacarosa por la acción de enzimas (importantes proteínas cuya función es acelerar la velocidad de las reacciones químicas que se producen en los organismos) como la Sacarosa Fosfato Sintasa (SPS), la Fosfatasa Sacarosa

Fosfato (SPP) y la Sacarosa Sintetasa (SSS), dependiendo de las moléculas sustrato, que generalmente son glucosa y fructosa fosforiladas (Fructosa-6-Fosfato, UDP-Glucosa y Sacarosa-Fosfato).

**Transporte y almacén de sacarosa**

Una vez formada la sacarosa, ésta es transportada de los tejidos fotosintéticos por el tejido conductor de las plantas (el floema) hacia las diferentes partes de la planta, ya sea moviéndose entre las paredes celulares (transporte apoplástico) o alrededor del citoplasma de las células (transporte simplástico). El floema se compone de células vivas que transportan una solución acuosa de azúcares, que comúnmente llamamos savia. Este movimiento está modelado por la teoría de presión-flujo, una parte de la cual dice que el fluido que contiene el azúcar, se mueve a través de tubos cribosos por la presión de fluido. Por este





*Transporte de azúcar de las células fuente a las células sumidero (Modificado de Curtis y Barnes, 1997).*

medio, los nutrientes se pueden mover desde el lugar de la fotosíntesis (la fuente), al lugar donde se utiliza el azúcar (el sumidero), ya sea hacia arriba o hacia abajo del tallo de la planta.

Los órganos o tejidos no fotosintéticos de las plantas como algunas partes de los tallos o ramas, las raíces y las flores, necesitan a la sacarosa como fuente de energía, ya que no pueden fabricarla. Además, los azúcares se pueden almacenar en las raíces o en los tallos, tal es el caso de la remolacha y la caña de azúcar, respectivamente.

La sacarosa y demás azúcares producidos en el Ciclo de Calvin por los organismos fotosintéticos, también llamados autótrofos, son los bloques moleculares que representan la energía total en nuestro planeta, se produce a partir de la fijación del carbono del CO<sub>2</sub> debido a la ener-

gía luminosa. Mediante el metabolismo celular (glucólisis y respiración celular), esta energía es empleada para su propio desarrollo, crecimiento y reproducción.

### Importancia del consumo y uso de la sacarosa

Una gran cantidad de materia vegetal termina siendo consumida por los heterótrofos, los organismos como nosotros que no podemos sintetizar los bloques energéticos como la sacarosa y que dependemos de los autótrofos para obtener materias primas y fuente de energía para llevar a cabo el metabolismo primordial que nos da la vida. De ahí la importancia de consumir alimentos ricos en carbohidratos, sobre todo los "nutritivos" como la sacarosa.

Una de las propiedades específicas de la sacarosa como nutriente para el organismo humano es que presenta fácil digestibilidad y no genera productos tóxicos durante su metabolismo.

Se ha demostrado que el consumo de sacarosa, como fuente de glucosa, se ha asociado con una mejora de la agilidad mental, la memoria, el tiempo de reacción, la atención y la capacidad para resolver problemas matemáticos, así como con una reducción de la sensación de cansancio, tanto en individuos sanos como en enfermos de Alzheimer. La adecuada nutrición del cerebro mantiene la integridad estructural y funcional de las neuronas. Se ha demostrado que en las enfermedades mentales mayores, como la esquizofrenia, depresión y demencia de Alzheimer, hay deficiencias nutricionales a nivel celular. Aunque los estudios deben de profundizarse en el conocimiento de los procesos implicados en el deterioro de las funciones cognitivas y en los mecanismos, la sacarosa potencialmente puede modularlos a través de los componentes nutritivos de la dieta.

La sacarosa es el edulcorante más utilizado en el mundo industrializado, aunque ha sido en parte reemplazada en la preparación industrial

de alimentos por otros endulzantes tales como jarabes de glucosa, fructosa o por combinaciones de ingredientes funcionales y endulzantes de alta intensidad como los esteviósidos.

La extensa utilización de la sacarosa se debe a su poder endulzante y sus propiedades funcionales como consistencia. Por tal motivo es importante para la estructura de algunos alimentos incluyendo panecillos y galletas, nieve y sorbetes, además es auxiliar en la conservación de alimentos, siendo un aditivo comúnmente utilizado en la preparación de la denominada comida "chatarra".

Lo dulce de las plantas, la sacarosa, y su sabor tan agradable, raramente se da en la naturaleza. Es por eso, que tendemos a consumirla de forma exagerada y debe ser limitada en la dieta por razones de salud, ya que un consumo descontroladamente alto produce una carga glucémica elevada y está relacionado con enfermedades, como la caries dental, obesidad y puede contribuir a desarrollar el síndrome metabólico.

Sin embargo, no hay ninguna duda de que la sacarosa es una de las moléculas energéticas por excelencia en la naturaleza.



Echevarría et al. 2005. *Conceptos generales del metabolismo del carbono y del transporte de sacarosa. Aspectos fisiológicos de la remolacha azucarera de siembra otoñal*, pp. 11-22.

<file:///C:/Users/rsalg/Desktop/1.Conceptos%20generales%20del%20metabolismo%20del%20carbono.pdf>

Zamora-Navarro y Pérez-Llamas. 2013. *Importancia de la sacarosa en las funciones cognitivas: conocimiento y comportamiento*. *Nutr. Hosp.* [online], 28(4):106-111. [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=So212-16112013001000013](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So212-16112013001000013)

Tofiño et al. 2006. *Regulación de la biosíntesis del almidón en plantas terrestres: perspectivas de modificación*. *Acta Agronómica*, 55(1):1-13.

[http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/view/190/453](http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/190/453)

Curtis y Barnes. 1997. *Invitación a la Biología*. Quinta edición. Ed. Panamericana.

<http://www.euita.upv.es/VARIOS/BIOLOGIA/imagenes/Libros/curtis.gif>

Artículo  
Portada

# Hablemos de “Ellos”...

Norma Zamora Avilés y Ek del Val de Gortari





**E**llos constituyen el grupo de organismos más numeroso, diverso y exitoso del reino animal; los podemos encontrar en todo el mundo, se caracterizan por tener el cuerpo cubierto de un esqueleto externo con una vasta diversidad de colores y pequeños pelos, además de tener patas (más de dos pares), antenas, alas y mandíbulas.

## Estamos hablando de los artrópodos

**A** sí que, si vemos algún bicho raro con estas características, podremos decir que pertenece al grupo de los artrópodos, en el cual se encuentran las arañas, insectos, cangrejos, camarones, ciempiés, entre otros.

Existen más de un millón de especies de artrópodos, lo cual supone cerca del 80% de todas las especies animales conocidas. Es importante por ello, conocer el papel que juegan en los sistemas naturales y transformados por el hombre, así como los servicios que proveen a los seres humanos.

### Su función en la naturaleza

**En la descomposición de desechos:** Como todo organismo vivo, los artrópodos forman parte de la cadena alimenticia, particularmente los escarabajos, moscas y ácaros son muy importantes en los procesos de descomposición de desechos orgánicos, actividad que resulta fundamental dentro de los ecosistemas.

Por ejemplo, existen artrópodos que se alimentan de otros organismos muertos (animales o plantas), actividades que otorgan a su vez estructura, aireación y circulación tanto de nutrientes como de agua en el suelo. Otros artrópodos

se alimentan de desechos provenientes de mamíferos, como los generados por el ganado, desechos que se han convertido en la principal fuente del efecto invernadero, y para los humanos un problema de carácter global. Y aunque hasta ahora no hay un análisis sobre el impacto positivo de los artrópodos en la descomposición de desechos, es indudable su contribución.

**En el control biológico:** Otro papel fundamental que desempeñan los artrópodos en los ecosistemas es el control biológico; existen artrópodos depredadores y parasitoides conocidos comúnmente como enemigos naturales tales como catarinas, mantis, chinches, avispas, libélulas o arañas, que actúan tal como leones en la selva, es decir, depredando insectos plaga y transmisores de enfermedades.

En los sistemas naturales, estos artrópodos se encargan de mantener las poblaciones de todas las especies en números razonables y por ello recientemente han sido utilizados con éxito para el control de plagas en cultivos agrícolas y forestales. Aunque en nuestro país esta práctica se encuentra aún en desarrollo, es preciso resaltar a esta gran alternativa, cuyo objetivo es reducir otros métodos de control convencional, como el uso de insecticidas químicos.



**Imagínate lo grandioso que sería alimentarnos de frutas y verduras sin restos de químicos que nos afecten**

**Como alimento:** Siguiendo con las maravillosas aportaciones que ellos nos ofrecen, hablemos ahora de las provisiones alimenticias que nos otorgan; hasta ahora se han utilizado 1900 especies comestibles de insectos con un alto contenido de nutrientes, entre ellos, el proteico, que incluso se asemeja al que contiene la carne o el pescado. Por dichas características, los artrópodos se han considerado como "el alimento del futuro", debido al aumento exponencial de la población humana.

México cuenta con una gran diversidad de estas especies comestibles, aproximadamente 504, entre éstas: las chinches, hormigas, larvas de mariposa, larvas de mosquitos y escarabajos, aunque no todas estas especies son aceptadas para su consumo en nuestro país. Por lo anterior no sería raro que nuestra percepción cambiara, incluso podríamos estar de acuerdo con la ideología del científico estudioso de insectos Arnold van Huis, quien nos dice que: "Llegará el día en que habrá más gente que coma insectos que carne".

Otros organismos pertenecientes a este fascinante grupo son cangrejos y camarones, los cuales además de ser un recurso alimenticio con gran contenido nutritivo para los humanos, son a su vez alimen-



to para garzas, peces y otros animales acuáticos que los consumen.

**Benéficos para la salud humana:** Algunos de los beneficios más importantes que hemos obtenido de los artrópodos, son sin duda el desarrollo de productos para mejorar la salud humana, como los productos derivados de las abejas. Uno de los beneficios que hemos obtenido de los artrópodos es, sin duda, el desarrollo de productos para mejorar la salud humana, como los productos derivados de las abejas. La miel, el propóleo como un potente antibiótico, la cera y la jalea real, utilizadas tanto para el desarrollo de productos farmacéuticos como cosmetológicos.

En cuanto a la producción de antibióticos, también existen los generados mediante el veneno de escorpión, de avispas y de abejas. Así mismo, se utilizan las larvas de moscas para fines médicos

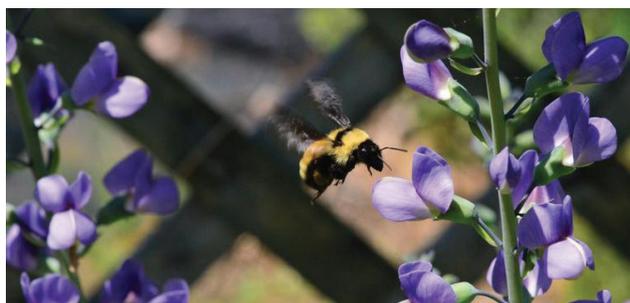
para la regeneración de tejidos en humanos.

**Como agentes polinizadores:** Por otro lado, las abejas y otros insectos se encargan de efectuar en muchos casos la polinización de plantas silvestres y cultivadas, esta acción permite

***"Algunos de los beneficios más importantes que hemos obtenido de los artrópodos, son sin duda el desarrollo de productos para mejorar la salud humana, como los productos derivados de las abejas"***

trasferir el polen entre flores de la misma especie para que se lleve a cabo la fecundación y con ello finalmente la producción de

frutos. Un ejemplo realmente impactante es el de nuestro país, ya que el 80% de las plantas cultivadas depende de polinizadores para su producción, sin ellos no tendríamos frutas ni verduras; no habría fresas, ni sandías, ni calabazas.



Y si los argumentos anteriores se han entendido bien, entonces no resultará descabellada ahora la idea planteada por Albert Einstein, donde expresaba que: si las abejas desaparecieran, la mayoría de las frutas y verduras que hoy consumimos también lo harían, y en consecuencia, los animales, incluyéndonos.

**Fuente de otros productos:** Otros artrópodos producen pigmentos como el rojo carmín, laca, gomas y tintas. De la cochinilla del nopal se obtiene el rojo carmín y del gusano de la laca se consigue la laca, como su nombre lo dice.

### ¡Lo indispensable de Ellos!

Podemos recalcar que los artrópodos son organismos fundamentales para el equilibrio ecológico de nuestro planeta, es decir, sin ellos nos sobrarían los desechos orgánicos; habría una disminución drástica en la producción de nues-

tros alimentos, debido a la reducción de enemigos naturales y polinizadores; habría un aumento de moscas y mosquitos y, por lo tanto, una mayor incidencia de enfermedades.

### ***Por éstas y un sin fin de razones, la extinción de los artrópodos causaría serios problemas a la humanidad***

Y si los artrópodos tienen tanta importancia ecológica y son el grupo más diverso del reino animal, es penoso que se desconozcan las funciones que tienen en cada rincón que ocupan. Sin duda, más allá de toda explicación racional, y después de leer este pequeño breviarío sobre artrópodos, ahora podríamos pensar sobre el efecto en cadena generado al pisotear a cualquier bicho raro que encontremos a nuestro paso.

La Doctora en Ciencias **Ek del Val de Gortari** es investigadora en el Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia. Realiza estudios de las interacciones bióticas en ambientes modificados por el hombre, con el principal interés de entender como las acciones humanas modifican estas interacciones, para incidir en la restauración de las que se han perdido. Trabaja principalmente en los bosques tropicales caducifolios, en los bosques templados y en sistemas agrícolas.



**Norma Zamora Avilés**, es Maestra en Ciencias y actualmente es estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Realiza investigación científica en el laboratorio de Patología de Invertebrados en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales de la misma universidad.



del Val. 2013. ¡Un buen día para las abejas! SinEmbargo, Sección Opinión. <http://www.sinembargo.mx/opinion/14-05-2013/14266>

del Val. 2013. Bichos comestibles. SinEmbargo, Sección Opinión. <http://www.sinembargo.mx/opinion/28-05-2013/14560>

Romero et al. 2000. Insectos: Familias de importancia económica. Colegio de posgraduados, Ed. Diamante, Edo. De México. 99 pp.

Higes et al. 2011. El síndrome de despoblamiento de las Colmenas en España: consideraciones sobre su origen. Profesión Veterinaria 76 (17): 73-80. <http://www.colvema.org/revista/Colvema76/index.html>

Pierce et al. 2005. Insect and other arthropods of economic importance in Indiana in 2004. Proceedings of the Indiana Academy of Science, 114(2):105-110. <https://journals.iupui.edu/index.php/ias/article/view/8588/8629>

Anónimo. 2002. Arthropoda Animal Sciences. <http://www.encyclopedia.com/topic/Arthropoda.aspx>

Artículos



## Árboles y Biotecnología

Jorge Enrique Ambriz Parra

Los árboles proveen energía, sustancias de interés industrial y medicinales, aunque por su relativo lento crecimiento y desarrollo, se necesitan muchos años para obtener estos servicios. Esta desventaja se mitiga a través de la biotecnología moderna; ya que la madera adecuada para producir bioenergía se obtiene con la manipulación de genes, con la clonación de plantas (micropropagación) se producen miles de individuos únicos y mediante el cultivo de células y tejidos *in vitro* se induce a la producción de sustancias de importancia médica e industrial, encontradas solo en árboles.

Además de madera, los árboles, en particular las especies forestales, son fuente de celulosa, hemicelulosa y lignina, y de otras sustancias en menor proporción que no son parte de las pa-

redes celulares. Éstas son denominadas componentes extraíbles destinados a la fabricación de lacas, pegamentos, medicamentos o productos aromáticos. Químicamente están compuestos por hidrocarburos alifáticos y aromáticos, terpenos, fenoles, ácidos grasos y resinosos, resinas, grasas, aceites esenciales y otros.

*Estos beneficios que nos brindan los árboles pueden ser mejorados o producidos mediante las herramientas de la biotecnología moderna*

**Pero... ¿Qué es biotecnología?**

La biotecnología no es una disciplina sino un campo de investigación y generación de conocimiento. Se define como la aplicación de los principios científicos y técnicos al tratamiento de

*El D.C. Jorge Enrique Ambriz Parra es profesor de la Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.*



los materiales por agentes biológicos para obtener bienes y servicios. Incluye microorganismos, animales y plantas, y se considera como el campo de desarrollo del siglo XXI.

La aplicación biotecnológica principalmente se centra en la salud humana y animal, la agricultura, la alimentación y la mejora de animales. En México se tienen avances en el área de la salud, en la industria alimentaria, en el área agrícola y en el control de la contaminación (biorremediación).

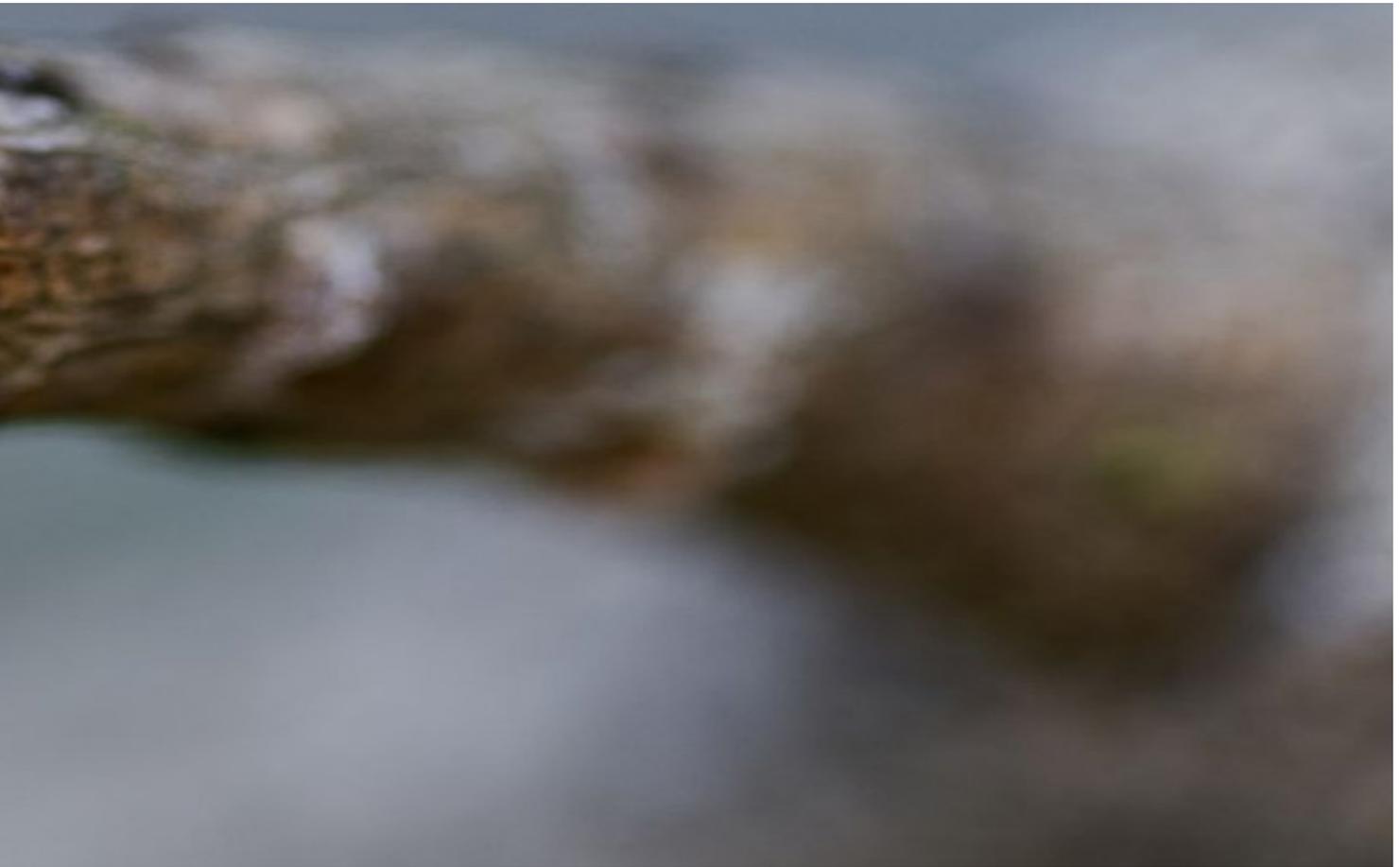
Las tres principales aplicaciones de la biotecnología actual en plantas son la propagación clonal o micropropagación, el mejoramiento genético mediante la modificación e inserción de genes (transformación genética) y la producción de compuestos del metabolismo intermediario o secundario a nivel celular, todas ellas haciendo uso del cultivo *in vitro* de células, tejidos u

órganos de las plantas. Aunque lo anterior se ha aplicado a plantas de interés hortícola-agrícola, también se realiza en plantas medicinales y en algunas especies forestales.

### **La biotecnología en especies forestales**

#### **Micropropagación.-**

La biotecnología aplicada a árboles mediante la micropropagación reviste gran importancia si se toma en cuenta la duración de los ciclos desde la siembra de la semilla hasta la floración, lo cual también ha hecho difícil la aplicación de programas de mejoramiento convencional para estas especies. La mayoría de los estudios realizados sobre micropropagación se han llevado a cabo en miles de variedades y especies de plantas ornamentales, agrícolas, forestales y en especies de uso industrial. Sin embargo, el uso de esta tecnología en especies nativas de



diversos ecosistemas, sobre todo de especies leñosas, ha resultado un proceso complejo en muchas de éstas ya que han sido poco estudiadas o simplemente no se han llevado a cabo.

La micropropagación tiene como principal objetivo la reproducción en condiciones asépticas, en la que a partir de un pequeño segmento inicial de tejido (explante) es posible regenerar en poco tiempo miles de plantas genéticamente iguales a la planta madre, solo cuando a este tejido le es aplicado un estímulo por medio de variables físicas y químicas controladas en un medio de cultivo. Por otro lado, la técnica es de gran utilidad en la obtención de plantas libres de patógenos, en la producción de plantas en peligro de extinción y en la propagación de especies con características únicas ("elite") (ver Saber Más No. 10:21-24).

En el caso de la micropropagación de los árboles, se pueden obtener también plantas con variación en su estructura química, mediante métodos de selección in vitro, dado que esta característica depende de cada árbol (genotipo) sin necesidad de recurrir a la modificación genética.

Especies forestales como caoba, araucaria, eucalipto, álamo, sequoia y pinos, han sido micropropagadas con éxito. Uno de los beneficios que se obtienen con este sistema de propagación es producir miles de plantas con características únicas en crecimiento, en la calidad de la madera y ser una fuente óptima de extraíbles.

#### **Transformación genética.-**

Este tipo de mejoramiento genético consiste en la inserción de nuevos genes en una planta, la modificación de la expresión o del genoma existente mediante la manipulación del ADN.



En especies forestales, la modificación genética tiene la finalidad de obtener plantas con resistencia a diversos agentes patógenos como bacterias, hongos, virus e insectos, al frío y a algunos tipos de herbicidas. Entre los árboles a los que se han incorporado genes con estas características tenemos a los álamos.

Para lograr la modificación genética de árboles, se requiere de estudios más arduos, para lo cual se necesita de mayor investigación básica, ya que en este tipo de plantas, el éxito depende de la capacidad de regeneración de las plantas a partir de las células transformadas, procesos en los que pocos avances se tienen para árboles de importancia medicinal o industrial.

Con la transformación genética de árboles también se persigue conseguir plantas con

reducción de la biosíntesis de la lignina, éste es uno de los objetivos para las especies destinadas a la obtención de pasta para papel. También modificaciones en factores como el crecimiento, la adaptación, la calidad del fuste y calidad de la madera.

***La lignina es la principal molécula de protección contra hongos e insectos en la madera y se utiliza como combustible en las fábricas de papel para producción de energía calorífica y eléctrica***

Como un ejemplo de árboles modificados genéticamente mediante la biotecnología, tenemos al álamo transgénico (híbrido de *Populus tremula* y *P. alba*), al que se le han modificado genes relacionados con la producción de lignina y celulosa, con el objetivo de producir plantas ade-

cuadas en la producción de madera como fuente de energía. Éstas pueden ser utilizadas en la producción de bioetanol debido a una mayor cantidad de celulosa, o para la producción de madera con una resistencia mayor al ataque de hongos e insectos (mayor cantidad de lignina).

Además de los álamos, se ha logrado la obtención de árboles transgénicos de géneros como *Pinus*, *Eucalyptus*, *Liquidambar* y *Picea*.

#### **Producción de metabolitos *in vitro*.**

Por otra parte, el cultivo de células *in vitro* (callos o suspensiones celulares) de árboles maderables se utiliza para estudiar o bien producir la síntesis natural de componentes estructurales de la madera.

Con estos sistemas se ha logrado la síntesis de lignina liberada al medio de cultivo. La lignina extracelular por sistema de cultivo celular podría ser una alternativa en el área de preservación de madera o de biocombustibles y es un sistema poco explorado.

El taxol es otro ejemplo de aplicación del cultivo celular. Este se obtiene de árboles (género *Taxus*) y se utiliza en el tratamiento de cáncer de ovario, seno, próstata y pulmón. Además se está probando contra afecciones como Alzheimer y Parkinson.

Las sustancias para alivio de enfermedades se pueden inducir mediante los cultivos celulares, pero algunas no se obtienen en este sistema debido a que se requiere de la planta completa. Por lo tanto, se podría explorar el sistema de mi-

cropropagación como alternativa para obtener individuos (genotipos) capaces de producir dichas sustancias a corto plazo.

Con estas aplicaciones biotecnológicas se vislumbra el beneficio que podemos obtener de los árboles, sin embargo, la biotecnología vegetal ofrece otras herramientas útiles para las especies forestales como el almacenamiento, conservación *in vitro* y el uso de marcadores moleculares.

Para obtener un mayor beneficio de las especies forestales mediante la biotecnología moderna, se requiere de mayor investigación básica sobre todo de aquellas especies que presentan un alto potencial para la obtención de compuestos de interés farmacológico e industrial.



SaberMás 

Acuña C. La biotecnología forestal. Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología.

[http://www.argenbio.org/adc/uploads/imagenes\\_doc/planta\\_stransgenicas/biotecnologiaforestal.pdf](http://www.argenbio.org/adc/uploads/imagenes_doc/planta_stransgenicas/biotecnologiaforestal.pdf)

Municio A.M. Presente y futuro de la biotecnología. Real academia de Ciencias. <http://www.rac.es/ficheros/doc/00323.pdf>

Acosta. 2012. La micropropagación en especies forestales. Ciencia Actual 1: 22-44. <http://revistas.usb.edu.co/index.php/Cienciaactual/article/view/1594/2047>

Artículos

# Trichoderma: un hongo biofertilizante

Amira Garnica Vergara y Sará Esparza Reynoso

Los registros fósiles muestran que la asociación entre las raíces y los hongos es tan antigua como las plantas terrestres. Hace millones de años, cuando las plantas evolucionaron en ambientes pantanosos, su colonización del suelo ocurrió gracias a la simbiosis establecida con diferentes especies de microorganismos, principalmente los hongos, cuyas hifas actúan como extensiones naturales del sistema radical. La liberación de sustancias ricas en carbono por la raíz, como azúcares, ácidos orgánicos, aminoácidos y otras sustancias nutritivas permite la selección de microbiomas en un ambiente especial denominado rizósfera, diferente en propiedades y funcionamiento a otras regiones del suelo y cuyo estudio representa una de las grandes pro-

mesas para mejorar las prácticas agrícolas y la sustentabilidad del campo.

## El protagonismo de *Trichoderma*

Entre los microorganismos que interactúan con la raíz de las plantas, encontramos a los hongos del género *Trichoderma*, los cuales se adaptan a una amplia variedad de condiciones ambientales y obtienen su energía a partir de los residuos de materia orgánica o material vegetal en descomposición. En años recientes, se han confirmado sus propiedades benéficas que potencian su uso como bioestimulante para los cultivos.

*Trichoderma* es un hongo filamentoso que pertenece al grupo de los ascomicetos, en los que

---

*Amira Garnica Vergara*, es Maestra en Ciencias, estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH).

---

*Sará Esparza Reynoso* es Ingeniera Agrónoma, estudiante del Programa de Maestría en Ciencias en Biología Experimental de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). Ambas del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas.

la mayoría de las especies no tienen un periodo sexual, simplemente producen esporas asexuales. Este hongo se caracteriza por predominar en los ecosistemas terrestres (suelos agrícolas, pastizales, bosques y desiertos) y acuáticos. Son muy diversos, pueden ser de vida libre en el suelo, oportunistas, simbioses de plantas y micoparásitos. Además, pueden ser usados para producir un amplio rango de productos de interés comercial y agrícola. Algunas especies son utilizadas como agentes para el control de patógenos del suelo y de enfermedades vegetales y por sus habilidades de incrementar el crecimiento y desarrollo de plantas.



Colonización de *Trichoderma* en raíces

### Colonización de *Trichoderma* en raíces

Entre las ventajas, destaca su inocuidad a los seres humanos, ya que no deja efectos residuales en el follaje, los frutos y las semillas, una diferencia fundamental al aplicarse fungicidas u otros agroquímicos. Además, posee un rápido crecimiento y desarrollo, puede proliferar en una amplia gama de suelos, es tolerante a condiciones ambientales extremas, puede tolerar altas concentraciones de agroquímicos y es capaz de parasitar, controlar y destruir hongos, nemátodos y otros fitopatógenos (patógenos de plantas).

-Es por estas propiedades que se le considera uno de los principales agentes para el control biológico en diferentes sistemas de producción-

### Defensa en plantas

La colonización de la raíz por *Trichoderma* ejerce un efecto multifuncional en la biología de los cultivos como el maíz, el jitomate y la soya,

por mencionar algunos. Por ejemplo, se incrementan las defensas y las plantas se hacen más resistentes a las enfermedades causadas por hongos y bacterias. Este fenómeno puede ser ocasionado por la inducción de compuestos químicos llamados

fitoalexinas, los cuales se acumulan en altas concentraciones en la planta y ayudan a limitar la dispersión del patógeno o por la activación de rutas de señalización implicadas en defensa como la del ácido salicílico, ácido jasmónico o etileno.

### ¿Parásito de otros patógenos?

Además, *Trichoderma* ha desarrollado mecanismos para atacar y parasitar a otros organismos fitopatógenos y así, aprovechar una fuente nutricional adicional. Posee distintas formas de acción, como la producción de secreciones enzimáticas tóxicas, las cuales causan desintegración y muerte en hongos que habitan el suelo (micoparasitismo), la degradación de paredes celulares de hongos patogénicos (depredación), la producción de químicos volátiles y antibióticos antifúngicos que inhiben otros hongos (amensalismo), la colonización directa del hongo (predación) y la competencia por oxígeno, nutrientes y espacio en el suelo. ¡De verdad, su función es muy importante cuando coloniza las raíces de diversas plantas!

### Inducción del crecimiento vegetal

El estímulo del crecimiento y desarrollo de las plantas por parte de *Trichoderma* ha sido conocido por muchos años. Muchas cepas que han sido aisladas y probadas en plantas, ya sea en condiciones de laboratorio o en suelos naturales de campo, incrementan el crecimiento de las raíces y esto repercute en el aumento de la productividad de las plantas.

En diversas investigaciones, los científicos han comprobado que la producción de fitohormonas como las auxinas y compuestos volátiles que libera *Trichoderma*, son los responsables de estimular la ramificación de la raíz, aumentando su capacidad para captar agua y nutrientes minerales.

### *Trichoderma* facilita la asimilación de fósforo en plantas

Una problemática en la agricultura, es el bajo nivel de fósforo disponible en el suelo. El fosfato, principal forma asimilable del fósforo, es un macronutriente esencial para el desarrollo y crecimiento vegetal; un constituyente necesario para la división celular, la fotosíntesis, la producción de proteínas y ácidos nucleicos; también para la fijación de nitrógeno, la biosíntesis de azúcares y almidones y otros procesos del metabolismo.

Pero la movilidad y concentración de fósforo en los suelos es muy baja, por lo que se requiere la aplicación de grandes cantidades de fertilizantes

fosfatados, que además de ser muy costoso para la producción, propician efectos negativos para el ambiente. Se conoce que cerca del 90% del fosfato aplicado se precipita en formas insolubles con calcio y metales, como



hierro y aluminio, que no pueden ser asimilados, limitando la producción de los cultivos a nivel mundial.

Ante esta situación, se reporta que *Trichoderma* es eficaz en la solubilización del fosfato a través de la producción de ácidos orgánicos que reducen el pH del suelo haciéndolo más biodisponible, la liberación de metabolitos quelantes y enzimas especializadas en la degradación de compuestos orgánicos de fósforo como las fosfatasas ácidas y alcalinas.

### *Trichoderma*: un impulso para la aplicación de biofertilizantes

La aplicación de microorganismos benéficos para las plantas implica la elaboración de biofertilizantes, es decir, vehículos en un medio líquido o sólido que usualmente contienen materia orgánica y microorganismos vivos o en un estado de "dormancia," que una vez en el suelo, colonizan las raíces promoviendo el crecimiento y el desarrollo vegetal. En general, se estima que un biofertilizante tiene un costo de sólo el 10% comparado con los fertilizantes químicos, lo que los convierte en productos rentables y útiles.

Si la aplicación de biofertilizantes representa un gran beneficio ¿por qué no se ha adoptado en México con tanto éxito?

Recientemente, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) reportó que apoya 325 mil hectáreas con biofertilizantes, permitiendo

un incremento en la producción de un 15%, además de un ahorro importante por la reducción en la importación de fertilizantes químicos. Sin embargo, aún existen limitaciones para el uso extensivo de los biofer-

tilizantes, derivadas de la falta de información sobre su efectividad, mecanismos de acción y reproducibilidad de sus efectos probióticos en diferentes ambientes y condiciones de cultivo.

Con base en lo anterior, un reto de las investigaciones actuales es el desarrollo de nuevos y mejores bioinoculantes, que se adapten con eficiencia a diversos tipos de suelo y condiciones ambientales locales, pero sobre todo debe existir una mayor vinculación entre la industria, los productores y los investigadores con el fin de colaborar en el desarrollo de sistemas de producción que incrementen la calidad de los bioinoculantes y garanticen la reproducibilidad de sus efectos en los cultivos.

Actualmente se conocen más de 200 especies de *Trichoderma*, las más comercializadas en cultivos agrícolas para el control biológico son *T. harzianum* (cepa T-22), *T. reesei*, *T. viride* y *T. hamatum*, y pueden funcionar tanto para el control de enfermedades en hoja y tallo como de raíz. La forma más económica y extensa para emplear *Trichoderma* en la agricultura, consiste en el tratamiento de las semillas previo a la siembra, ya que este hongo es capaz de colonizar la superficie de la raíz a partir de las semillas tratadas. No obstante, existen tratamientos combinados para semillas y sustrato para asegurar que el inóculo permanezca viable en condiciones ambientales adversas y posteriormente se establezca como habitante normal de la rizósfera.

En el mercado existen diferentes formulaciones de *Trichoderma*, cuya presentación varía

en forma granular o en polvo mojable o bien en presentación líquida. Estas formulaciones son realizadas con aislamientos o cepas específicas bajo un reglamento de control de calidad, que incluye la verificación de la pureza y la efectividad biológica mediante un proceso semi-industrial.

Para obtener la eficacia que necesita el agricultor se deben tomar en cuenta varios aspectos muy importantes: la procedencia del producto, la experiencia y confiabilidad de la empresa que lo produce, el respaldo técnico, la fecha de vencimiento, la presentación y las características específicas del producto como especie de *Trichoderma*, concentración, viabilidad, especificidad, dosificación y forma de aplicación, que garanticen su eficacia y efectividad.

Actualmente los principales fabricantes y comercializadores de productos de *Trichoderma* radican en Asia, Europa y Estados Unidos. En México, la producción actual de biofertilizantes se realiza por parte de empresas privadas e instituciones de investigación como el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Pero, a pesar del desarrollo, distribución y aplicación de esta tecnología, aún no se contempla como una alternativa para la sustitución parcial de los fertilizantes minerales.

Por lo tanto, la difusión y el empleo de *Trichoderma* representa un alto potencial para la generación de biofertilizantes en beneficio de una agricultura orgánica, con alta capacidad productiva y menos repercusiones hacia el medio ambiente.

*Las autoras agradecen la revisión a la D.C. Lourdes Macías Rodríguez y al D.C. José López Bucio, Profesores e Investigadores del Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas de la UMSNH.*

Crédito fotografías: Amira Garnica Vergara y Sarai Esparza Reynoso



Villegas. 2005. *Trichoderma*. Características generales y su potencial biológico en la agricultura sostenible. [http://www.oriusbiotech.com/escrito?nom=Trichoderma\\_pers.\\_Caracter%C3%ADsticas\\_generales\\_y\\_su\\_potencial\\_biol%C3%B3gico\\_en\\_la\\_agricultura\\_sostenible](http://www.oriusbiotech.com/escrito?nom=Trichoderma_pers._Caracter%C3%ADsticas_generales_y_su_potencial_biol%C3%B3gico_en_la_agricultura_sostenible).

Argumedo-Delira y col., 2009. El género fúngico *Trichoderma* y su relación con contaminantes orgánicos e inorgánicos. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 25 (4) 257-269. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v25n4/v25n4a6.pdf>

López-Bucio et al. 2015. *Trichoderma* as biostimulant: exploiting the multilevel properties of a plant beneficial fungus. *Scientia Horticulturae* 196:109-123.

Tecnología



# Atrapanieblas

Rafael Salgado Garciglia

Los *Atrapanieblas* son estructuras diseñadas para que al pasar niebla o masas nubosas por ellas, atrapen gotas de agua en las mallas que las componen. La falta de agua superficial, subterránea y la carencia de lluvias, en diversos sitios habitables de nuestro planeta, ha llevado a la fabricación de estos sistemas para disponer de agua para el consumo humano y diversas actividades como la agricultura y la pecuaria.

El atrapar agua de la niebla con diversos instrumentos se basa en la existencia de la lluvia horizontal, que se produce cuando hay suficiente humedad en la atmósfera que al chocar con una cadena montañosa, incluso árboles que la interceptan, se acumulan gotas que después precipitan al suelo. Es común que las hojas de los árboles presenten mayor humedad aún sin presentarse eventos de precipitación cuando ocurre la lluvia horizontal.

## ¿Desde cuándo son utilizados?

La recolección de agua de niebla data de varios siglos atrás, como en las Islas Canarias (España), donde la recolección se lleva a cabo desde hace aproximadamente 2,000 años. En sus inicios, árboles como los de olivo, eran utilizados como atrapanieblas y tal vez fueron la primera fuente de captación de agua, un fenómeno similar seguramente se dio en diferentes partes del mundo. Sin embargo, su uso está mayormente documentado desde el Siglo XVI, época en que fueron usados en la Cuenca de México y en el desierto de Atacama en Chile. Chile ha sido considerado el país pionero en esta tecnología, donde nacieron las primeras investigaciones y modelos de captadores de nieblas.

En la actualidad, son utilizados en diferentes países de Latinoamérica (Chile, México, Perú, Ecuador, Colombia, Guatemala y República Dominicana), España, Sudáfrica, Namibia, Omán, Croacia, Yemen e Islas de Cabo Verde en África

### ¿Cómo es su funcionamiento?

Los atrapanieblas son estructuras que cuando hay condiciones de lluvia horizontal, atrapan diminutas gotas de agua, las cuales no tienen el tamaño suficiente para precipitarse (de 1-40  $\mu\text{m}$ ). Realmente son instalaciones de obstáculos, generalmente una malla, una superficie que soporta el viento y permite la condensación de las gotas. Éstas por gravedad descienden sobre la superficie de la malla hasta un canal que las direcciona al sitio de almacenamiento. Tan simple como esto.

El rendimiento del sistema depende de muchas variables, principalmente están las ambientales y el diseño del atrapanieblas. La humedad del aire, el punto de rocío, la velocidad y dirección del viento, entre otros, son factores para un óptimo funcionamiento de los atrapanieblas. En promedio pueden captar de 3 a 5 L/día/m<sup>2</sup>,

aunque se reportan rendimientos de hasta 30 L/día/m<sup>2</sup>, dependiendo del lugar, la estructura y las condiciones ambientales.

### Tipos de atrapanieblas

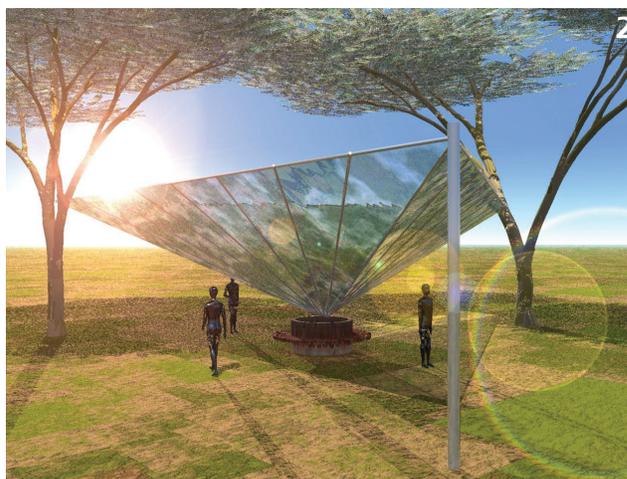
Aunque los diseños pioneros de este sistema de atrapar agua eran muy sencillos, en la actualidad se han desarrollado diferentes tipos de estructuras con materiales más resistentes al clima. En Chile los clasifican como macrodiamantes, cilíndricos y bidimensionales. Los más comunes son estructuras verticales de baja altura con una malla que puede ser desde pequeñas a grandes dimensiones (1), seguido de otras como los captadores de pirámide invertida (2) y torres fabricadas con junco y bambú del proyecto denominado Warka Water (portada).

## La captación



### Estos sistemas consisten en:

- Una malla colectora que deja pasar la niebla y sobre la cual se condensan las gotas de agua. Las mallas atrapanieblas están hechas con hilos de polipropileno, similares al nylon, pero pueden utilizarse otros materiales.
- Unos soportes que sirven de estructura para la malla colectora.
- Una canaleta recolectora sobre la cual, por gravedad, se recoge el agua condensada.
- Un depósito o recolector donde almacenar el agua acumulada y desde la cual se canaliza hasta el punto de consumo.



### Proyectos futuristas

Los atrapanieblas de estructuras tipo torre son los más viables para captar agua que puedan abastecer campos de cultivo y para el consumo humano. Uno de los modelos más actuales es la torre captadora de niebla de los arquitectos chilenos Alberto Fernández y Susana Ortega, un prototipo que será capaz de convertir un desierto costero en campos de cultivo. Su estructura helicoidal será capaz de absorber, canalizar y repartir el agua en forma de niebla. Esta Torre de Niebla pretende producir entre 20,000 y 200,000 litros al día, que pudiera abastecer entre 1,000 y 10,000 viviendas (Project update 2010).



Un proyecto más actual es el de Iwamoto Scott Hydro-net, que consiste en una nueva red infraestructural llamadas "flores de niebla" para abastecer de agua y combustible a San Francisco, California (EEUU).

Una  
probada  
de  
ciencia

## 50 lecciones breves de meteorología

Horacio Cano Camacho

**P**or estos días es común escuchar quejas y preocupaciones por una serie de lluvias atípicas sobre nuestro territorio ¿De verdad son atípicas? Y es que parece que como dice el refrán popular “que de músico, poeta y loco, todos tenemos un poco”, habría que agregar “que también de meteorólogo”. Todo mundo aseguramos con gran firmeza, digna de expertos, que este año es el más caliente, que ha llovido como nunca, que nunca habíamos sentido tanto frío, que hay norte en Veracruz...

Con una facilidad impresionante destrozamos el pronóstico del tiempo, nos burlamos de los meteorólogos y nos presumimos como los grandes expertos ¿pero de verdad entendemos el contenido científico de esta área de la ciencia tan compleja? Es cierto que el clima influye en nuestras decisiones cotidianas, desde qué ropa nos ponemos hasta cómo vamos a viajar o cuándo debemos emprender la tarea muy pe-

sada de lavar y tender la ropa. Sabemos que los cielos azules son un buen augurio, pero ¿son de ese color?, ¿por qué después de la tormenta llega siempre la calma?, ¿el cambio climático es un acto divino o está provocado por el ser humano?

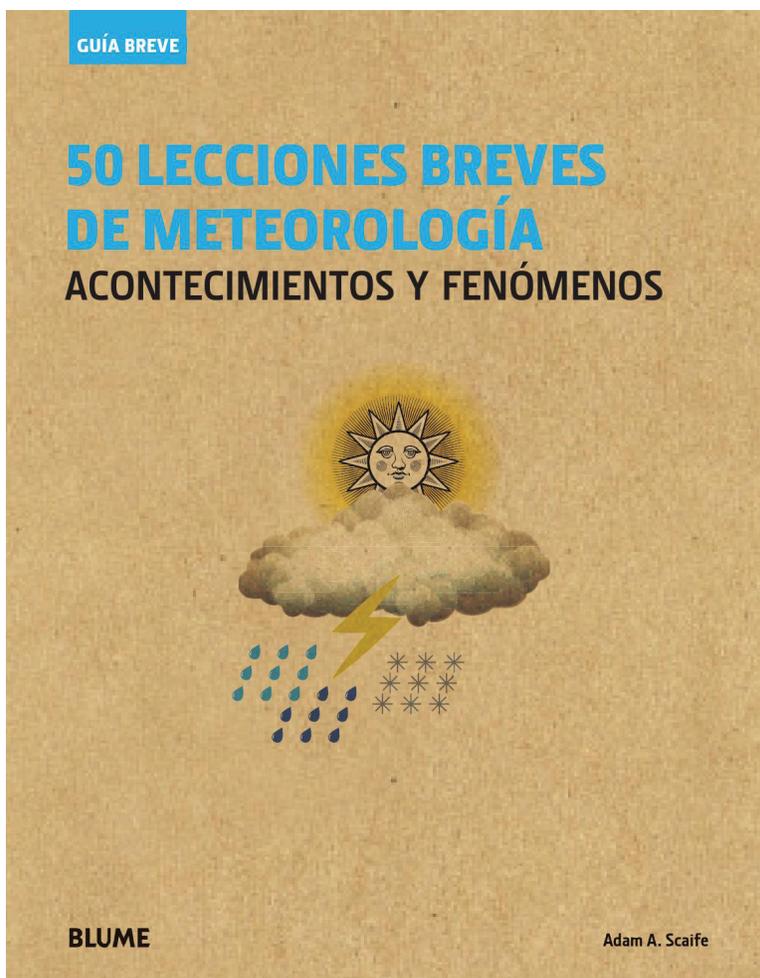
Creo que no nos caería nada mal un curso breve de meteorología para todos. De aquí que el libro que ahora recomiendo apunta en este sentido. Se trata de **50 lecciones breves de meteorología**: Acontecimientos y fenómenos, del autor Adam A. Scaife (2016) Editorial Blume, Barcelona. ISBN 9788498019049. En realidad es una obra colectiva, preparada por un grupo de expertos en la materia y su título original en inglés *Meteorología en 30 segundos* habla muy bien de su diseño y propósitos. Los autores y colaboradores son destacados especialistas en el tema y juntos componen un documento muy útil, divertido y ágil, aun para un tema tan complejo.

El libro está organizado en lecciones muy breves (de allí los 30 segundos), donde cada sección está resumida con unas trescientas palabras y una imagen para que se pueda leer en medio minuto, las mismas que nos van llevando de la mano para entender un fenómeno tan complejo como el clima y el "tiempo". Primero debemos entender los elementos que forman o determinan el clima, tales como el aire, la atmósfera, las nubes, las estaciones, la presión atmosférica, el viento, entre otros. Luego viene un capítulo para entender con más profundidad la atmósfera, centro del clima; aquí nos explican sobre las masas de aire, las corrientes, las olas de calor y de las lluvias. Después sigue un capítulo entero dedicado al Sol y su influencia en el clima, incluyendo el tiempo espacial, la luz, etc. Con estos elementos a mano surgen varias preguntas y desde luego el libro intenta responderlas en sendos capítulos ¿Se puede predecir el tiempo? No explica aquí varios elementos para esto, como los registros meteorológicos, la predicción del clima y el tiempo, el caos... ¿Se puede cambiar el tiempo? Qué pasa con la degradación de la capa de ozono, el fenómeno del calentamiento global, la contaminación y la lluvia ácida. Y por último viene un capítulo destinado a los fenómenos atmosféricos

ricos extremos como las grandes tormentas, los rayos, los huracanes, tornados, el calentamiento súbito.

Cada capítulo está formado por la explicación breve y muy clara, con notas al calce muy dinámicas y una ilustraciones primorosas, además de un glosario para familiarizarnos con muchos términos "especializados" que se usarán en las explicaciones y que forman parte del "idioma" del clima y de la ciencia. Una sección muy interesante y que contribuye a formar una cultura científica sobre la materia lo constituye la sección Perfil, que acompaña a cada capítulo. Aquí se dedica un par de páginas, ilustradas, con referencias, recomendaciones de lecturas, etc., a un científico del clima y su contribución a lo que ahora sabemos.

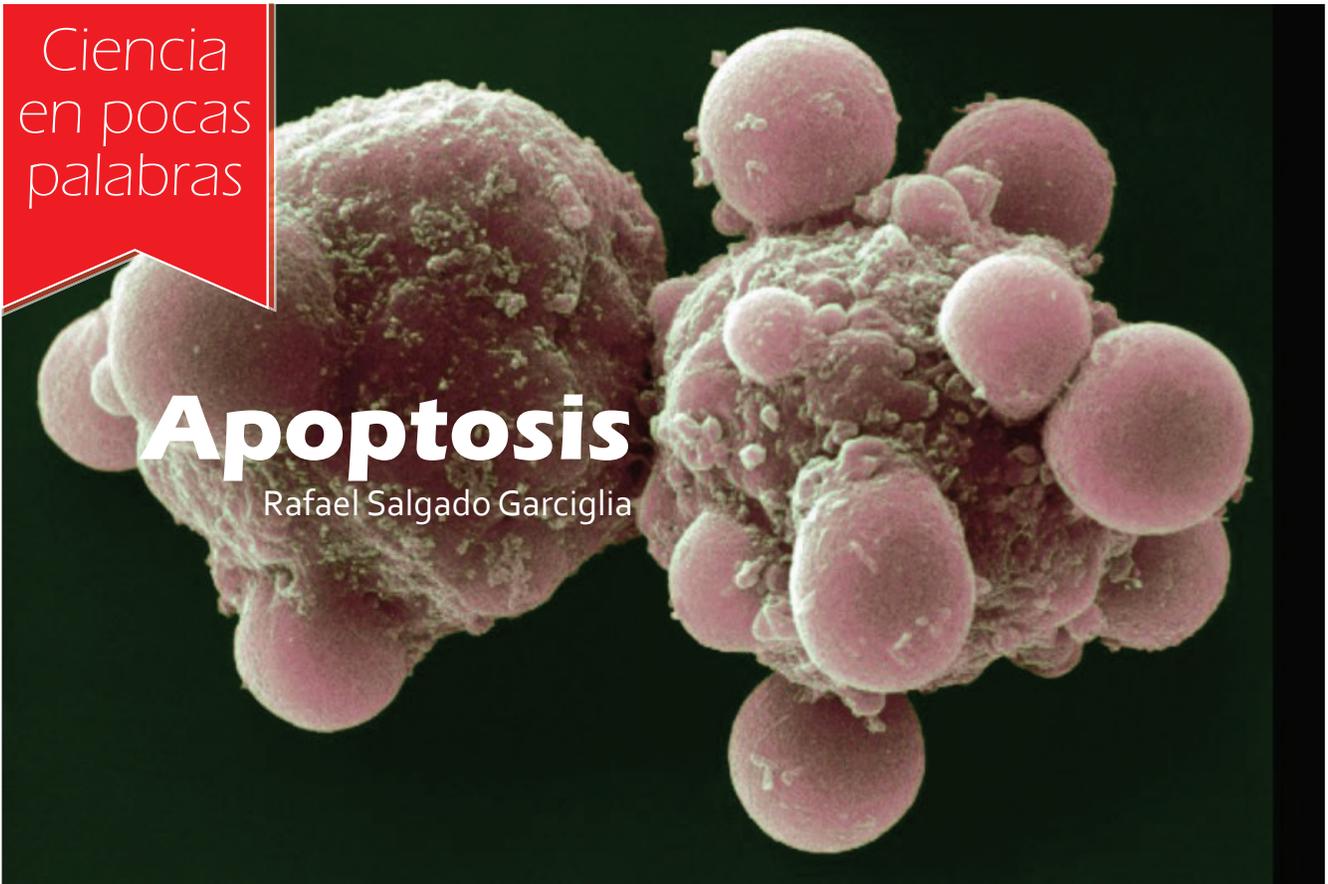
Todo ello en un libro muy bien redactado, con una edición primorosa y cuidada que incluye códigos de colores, figuras, ilustraciones, recomendaciones, notas sobre los colaboradores y un índice muy sencillo de seguir. De verdad, un libro que deberíamos tener en nuestras bibliotecas y tenerlo presente como un regalo para los niños, adolescentes, novios y compromisos varios. Vale la pena, pues aprenderemos de los conceptos científicos más relevantes en el estudio del clima, de una manera muy divertida.



Ciencia  
en pocas  
palabras

# Apoptosis

Rafael Salgado Garciglia



***La apoptosis es un proceso denominado también "suicidio celular" –hay células que reciben el mensaje o la orden de morir, de parar de hacer sus funciones o continuar multiplicándose–***

La apoptosis es una vía de destrucción o muerte celular programada, por el cual la célula muere ante estímulos extra- o intracelulares, de una manera ordenada. Es un proceso celular conducido por el propio organismo con el fin de controlar su desarrollo y crecimiento, que se desencadena por señales celulares controladas genéticamente. Este proceso se encarga de regular desde el desarrollo temprano hasta el envejecimiento.

Aunque esta palabra se relaciona con el envejecimiento y la muerte celular, que conlleva a la muerte de los tejidos, órganos e incluso hasta el propio organismo, la apoptosis es fundamental en el desarrollo de tejidos, órganos y sistemas,

en el mantenimiento del equilibrio del número de células y en la defensa frente a patógenos.

Realmente es un mecanismo celular extraordinariamente complejo, descrito por Kerr, Wyllie y Currie desde 1972 (British Journal of Cancer, 1972, 26(4):239-57). En 2002, la Academia de Ciencias Sueca concedió el Premio Nobel de Medicina y Fisiología a los británicos Sydney Brenner y John E. Sulston, y al estadounidense Robert Horvitz, por sus trabajos sobre la muerte celular programada o apoptosis.

Con las investigaciones científicas realizadas desde entonces, se ha confirmado que la existencia de la apoptosis, es una necesidad celular por dos principales razones:

1) Durante la vida de cualquier organismo, es necesario deshacerse de ciertas estructuras celulares y crear otras, es decir, mueren células y se generan nuevas, reconstruyendo estructuras en los tejidos u órganos.

2) Es necesario la eliminación de ciertas células que han sufrido daño, como el ocasionado por los radicales libres, cuando están infectadas por virus o bacterias, y cuando las células ha sufrido daño en su ADN.

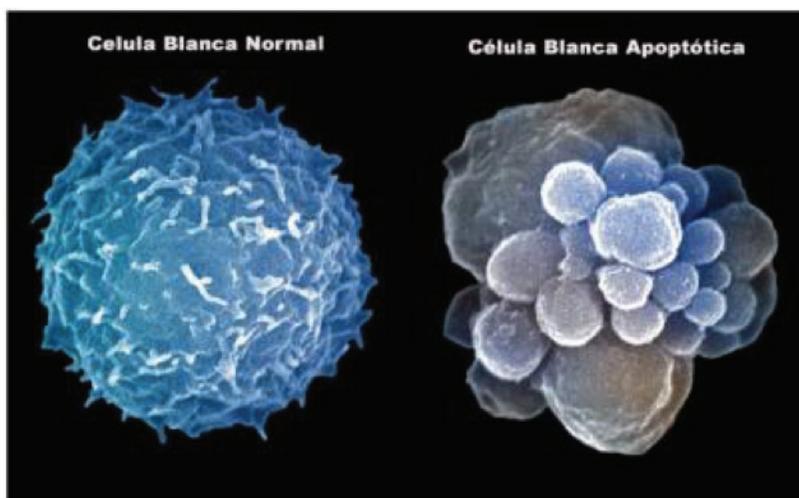
A pesar de que es un proceso ordenado, si éste pierde el equilibrio, se pierde el orden y se producen diversas patologías como malformaciones, defectos en el desarrollo, enfermedades autoinmunes, enfermedades neurodegenerativas o aparición de tumores.

La apoptosis ocurre en diferentes etapas: las células pierden volumen y las características de adhesión celular, inicia la degradación de proteínas y la fragmentación del ADN, ocurre la condensación de la cromatina, aparecen burbujas en superficie, se fragmenta el núcleo, se forman cuerpos apoptóticos (rodeados de membrana) y

hay fagocitosis de estos cuerpos apoptóticos por macrófagos (células del sistema inmune que reconocen, engullen y destruyen patógenos y células apoptóticas).

La apoptosis ocurre tanto en organismos unicelulares como pluricelulares, en éstos, los mecanismos que inducen a este proceso de suicidio celular, los cambios morfológicos y los sistemas de regulación son básicamente los mismos. Sorprendentemente, las moléculas implicadas en este tipo de muerte y sus mecanismos de regulación se han conservado durante el proceso evolutivo.

Aunque ya se conocen los principales mecanismos que desencadenan la apoptosis, actualmente se realizan investigaciones para Saber Más de la regulación celular y molecular de la apoptosis, con fines de llevar a estrategias terapéuticas, principalmente las antitumorales. Una aplicación de este conocimiento es el diseño de fármacos que puedan activar o inhibir selectivamente la muerte de las células.



La  
ciencia  
en el  
cine



# La llegada

Horacio Cano Camacho

El pasado fin de semana me dediqué a cultivar el sano arte de no hacer nada, más allá de mirar películas y series de tv de ciencia ficción (CF). La mayoría de las que vi son más cine fantástico que verdadera CF, pero el hecho de que las cintas tengan robots, viajes interplanetarios y batallas en el espacio, ya las clasifica inevitablemente.

Dentro de las películas y series del sábado, destaca una que no pude ver en su momento en el cine y ahora lo hago en mi tele, luego de que dos días antes apareció en estos nuevos sistemas de cine bajo demanda... Se trata de *La llegada* (*Arrival*), una película estadounidense dirigida por el canadiense Denis Villeneuve y estrenada a finales del 2016.

La película está basada en un guión de Eric Heisserer, sobre el relato de Ted Chiang, *La historia de tu vida* ("Story of your life"). Ted Chiang es un autor no muy conocido por estas tierras. De él se han publicado algunos relatos en español

en tres antologías, digo que son relatos, como podría calificarlos de novelas cortas o incluso cuentos (la más conocida, *La historia de tu vida*, Alamut ediciones, 2015, ISBN 8788498891010, incluye el relato que nos interesa ahora). De cualquier manera su obra es realmente escasa y no sobrepasa las 20 historias en veinte años. No obstante esta escases, a Chiang se le reconoce por su calidad, y ya ha merecido los prestigiosos premios Locus, Hugo y Nebula, entre otros. Su trabajo es notorio por su originalidad y su calidad especulativa, muy acorde a la definición de la ciencia ficción como una literatura de ideas, y esto lo ha llevado a ser considerado como el "último" gran maestro del género.

El planteamiento de *La llegada* es -en apariencia- muy sencillo: una serie de naves extraterrestres llegan a la Tierra y se posicionan en diversos lugares del planeta en lo que tiene todo el aspecto de un movimiento estratégico para una invasión. El mando militar de EUA contrata a la

experta lingüista Louise Banks, interpretada magistralmente por Amy Adams para intentar comunicarse con los visitantes y "averiguar" cuáles son sus intensiones...

La película propone una serie de temas muy interesantes. En el cine tradicional de extraterrestres nos han acostumbrado a tres ideas básicas: primero, los extraterrestres son humanizados, si existe vida en el universo, la imaginamos como una proyección de nosotros mismos; segundo, los extraterrestres siempre tienen intensiones aviesas, viajan millones y millones de kilómetros y probablemente de años nada más que para dar una vuelta, realizar experimentos absurdos o conquistar el planeta, como una perversa proyección de la historia humana de colonización y explotación del más débil; y tercero, todos los extraterrestres hablan inglés...

Vamos a pensar por un momento que descubrimos que hay vida en algún punto del universo ¿cómo sería la vida allí? Tendemos a pensar que sería como la nuestra porque ésta es la única referencia que tenemos, pero cuando hablamos de vida, hablamos básicamente de información. Los seres vivos somos las únicas estructuras en el universo conocido con capacidad para autoconstruirnos, reproducirnos con invariancia relativa y heredar las instrucciones para ambos procesos. Y estas tres características que distinguen a los seres vivos son coordinadas y dirigidas por los genes. No es casual que todos los seres vivos de este planeta tengan el mismo sustrato informativo, el RNA y su derivado evolutivo, el DNA. Estas moléculas tienen una serie de propiedades que posibilitan todas las funciones que determinan la vida, de manera que podemos imaginar que estando compuesto el universo conocido por los mismos elementos, sean algunas moléculas "parecidas" a los genes quienes determinen la información que sostendría la vida en otro planeta.

Pero a pesar de que estamos formados de lo mismo y obedecemos las mismas leyes, en la Tierra, la diversidad de formas, funciones, estilos, es muy amplio. De hecho, los seres humanos somos una especie muy reciente y minoritaria si consideramos la vasta diversidad. Y en el universo no tiene por que ser de otra manera. De manera que cuando pensamos en la vida fuera de la tierra debemos entender que esta no necesariamente implica vida humana o humanizada, es más, ni siquiera vida "inteligente".

¿Cómo sería la vida extraterrestre? Nadie lo sabe, pero a juzgar por lo que sucede en nues-

tro propio planeta, sus posibilidades son amplísimas, comenzando con bacterias, levaduras, micoplasmas, amibas, paramecios y millones de formas más allá de las humanoides. En la película que practicamos, los extraterrestres son unos ejemplares más parecidos a pulpos, para nada parecidos a nosotros, lo cual a mi me pareció muy acertado. De manera que si se llega a descubrir indicios de vida extraterrestre es muy probable que no tenga nada que ver con lo que hemos imaginado.

Bueno, dejemos bien firme nuestra credulidad: Si llegaron hasta la Tierra en naves, entonces estamos hablando de vida inteligente, por lo menos en lo que los humanos hemos definido como inteligencia, una facultad para aprender, entender, razonar, tomar decisiones conscientes, construir, etcétera. Y uno de los elementos más importantes de la inteligencia lo establece la capacidad de



comunicarnos las experiencias, los conocimientos, lo aprendido. La forma de transmitir es el

lenguaje y entre más complejo sea, más posibilidades tiene de transmitir la complejidad del conocimiento. No hay duda que el desarrollo de un lenguaje complejo posibilitó otras áreas de la evolución de los seres humanos hasta ser lo que actualmente somos. ¿Pero cómo es el lenguaje, o más precisamente la comunicación de una especie extraterrestre? La verdad es que ni lo imaginamos...

A juzgar por lo que pasa en la Tierra, las vías de comunicación son muy diversas, desde el lenguaje complejo, hasta la comunicación química basada en compuestos volátiles, hormonas, feromonas; las famosas "danzas" o movimientos articulados que comunican cosas, en fin. En el cuento de Chiang, la primera sorpresa de los terrícolas es que a los "visitantes" no les entendemos nada, ni siquiera sabemos

si esos ruidos que emiten son un lenguaje...

La posibilidad de cometer un error por la falta de comprensión es altísima. De hecho, el ejército norteamericano ha reportado que en sus guerras, un porcentaje muy alto de asesinatos de civiles se produce por estos errores: imagine un soldado asustado que mira a todos como enemigos, armado hasta los dientes frente a una población igualmente aterrorizada, indignada, que solo quiere sobrevivir... ante la incompreensión del otro, cualquier palabra o gesto se asume como evidencia de agresión. Para reducir estos incidentes, el ejército ha estado trabajando no en dejar de meterse donde no los llaman (como sería lo deseable) sino en el diseño de aparatos capaces de traducir entre cualquier idioma y ya hay prototipos muy interesantes.

Pero estamos hablando de la comunicación entre la misma especie, con idiomas que comparten las mismas raíces en el proceso evolutivo y que parten de un programa determinado por los mismos genes. Todos los idiomas tienen estructuras comunes, por ello los seres humanos podemos aprender otras lenguas, su gramática se va desarrollando a través de la experiencia, el contexto social y ciertas zonas del cerebro comunes e implicadas en el aprendizaje ¿Pero cómo nos comunicamos con un pulpo o una lechuga?

Es de reconocer que en una historia inteligente como lo es *La llegada*, no se recurra a la salida fácil de la "percepción extrasensorial", "marcianos que hablan inglés por que ya antes estuvieron aquí y nos estudiaron", o que terrícolas y extraterrestres se pongan a conversar sin más... Por ello en la historia se contrata a la Dra. Louise Banks, experta capaz de encontrar la solución a tan enorme problema.

No es un tema nuevo en el cine de CF. Películas de enorme éxito lo han tratado, desde la mítica 2001 de Stanley Kubrick (1968), hasta la (para mi gusto) fallida *Contacto* de Robert Zemeckis (1997), pasando por *Encuentros cercanos del tercer tipo* de Steven Spielberg (1977). En problema de la comunicación y la forma de los extraterrestres lo resolvieron de forma "artística" mostrándonos imágenes más simbólicas, colores, música, recuerdos... Solo Spielberg recurrió, en lo que me parece lo más débil de su película, a mostrar extraterrestres humanoides y monitos simpáticos.

En *La llegada*, el problema de la comunicación se intenta resolver desde una perspectiva más científica y con mejores resultados que en



*Contacto*, en donde se usa el lenguaje de las matemáticas, asumiendo que éste es universal. En esta película la complejidad del lenguaje es tremenda. Son los visitantes quienes nos enseñan a comunicarnos llevándonos a un hermoso lenguaje visual, no lineal y capaz de moverse en diversas dimensiones temporales y espaciales, lo que tiene consecuencias perturbadoras para nuestra propia estructura mental. Este proceso de enseñanza-aprendizaje es el momento más hipnótico de la película...

En cuanto a las "intenciones alienígenas" que apuntaba arriba, también podemos encontrar diversidad de enfoques en el cine, si bien la mayoría son predicciones catastróficas. *Alien* de Ridley Scott (1979) que es la que más me gusta en este terreno, nos muestra un extraterrestre terrible, una especie depredadora que no se anda con sutilezas de comunicación o esas linduras, tal como lo hace cualquier animal cazador de la Tierra. En *Starship Troopers* de Paul Verhoeven (1998), o *El juego de Ender* de Gavin Hood (2013) se propone un guerra permanente contra extraterrestres insectos que pretenden conquistar la Tierra.

En *La llegada* los seres extraterrestres son más bien generosos y no buscan conflicto (aparentemente) a pesar de que son indudablemente más desarrollados tecnológicamente que nosotros. Esta parte me recordó el libro de Arthur C. Clarke *El fin de la infancia* (1953) en donde una raza alienígena llega a la tierra poniendo fin a todas las guerras intestinas, ayudando a reorganizar el mundo para hacerlo más justo. Pero hay un gran misterio y los invasores se niegan a mostrarse ante la humanidad hasta que descubrimos que las buenas intenciones eran solo parte de la estrategia de invasión y sometimiento... No cabe duda que la llegada o el descubrimiento de vida extraterrestre supondría una revolución en nuestras concepciones del universo, en la visión de nosotros mismos, de manera que las preocupaciones sobre si comunicarnos o no con ellos están en la imaginación de todos, científicos o no.

*La llegada*, como toda buena película puede mirarse como una historia en varias capas. Una es el problema "científico" de la diversidad, la comunicación, la teoría del lenguaje o el asunto tecnológico. Pero detrás de esto hay otras reflexiones, por ejemplo, en torno al tiempo. Sin ánimo de contarles la película, el aprendizaje del lenguaje de los visitantes nos lleva a transformar la capacidad del cerebro para moverse de una manera no lineal en el pensamiento, de tal manera que podemos pensar en el pasado, el presente y el futuro, sin muchas dificultades. Si podemos saber el futuro ¿tomaríamos las mismas decisiones? Esta parte de la historia de Chiang y por supuesto, de la cinta no ha convencido a todos, por que les parece un giro melodramático peligroso. A mi me gustó el manejo que hace el director mostrándonos retazos de un aspecto de la historia personal y trágica de la protagonista. Al inicio podemos pensar que es algo terrible en un momento de su vida, luego comenzamos a durarlo, hasta que nos percatamos que el director está jugando con nuestra manera lineal de ver el tiempo...

El papel de la mujer en la ciencia también es central. Es una profesional, verdadera experta moviéndose en un mundo de hombres (el ejército) sin arrendarse. Este papel de la mujer en la ciencia y la historia no es nuevo en los relatos de Chiang, en donde siempre asumen el liderazgo y abandonan el papel de "adornos" a la que muchas historias las confinan. La actuación de Amy Adams es muy destacable y opaca con creces a la de los otros compañeros de reparto como Jeremy Renner, Forest Whitaker o Ruth Chiang.

No quiero contar más, *La llegada* es una de las mejores cintas de ciencia ficción de los últimos tiempos. No es una película de aventuras, con batallas interestelares, extraterrestres malas y héroes guapos... Es una película muy bien realizada, magníficamente actuada, música memorable, una fotografía sublime y poética y sobre todo, que nos muestra que las historias inteligentes no están reñidas con el cine comercial...



# Fuego de Colores

## ¿QUÉ NECESITAS?



Ácido Bórico



4 recipientes de aluminio o pirex de vidrio



Acetona



Alcohol



Cerillos



Hilo de cobre

### ¡ADVERTENCIA!

En este experimento es muy importante que estés acompañado por un adulto. El polvo de bórax es tóxico y puede causar problemas graves si es ingerido. Asegúrate de lavarte bien las manos después de realizar este experimento. Además que haremos uso de elementos altamente flamables.

**Primer paso.-** Lo primero que tenemos que hacer es colocar un poco de hilo de cobre en uno de los recipientes, luego colocar un poco de acetona en nuestro segundo recipiente, en el tercero colocas un poco de ácido bórico, y para el cuarto puedes colocar un poco de alcohol, unas gotitas de ácido bórico e hilo de cobre.

**Segundo paso.-** Es importante en esta etapa del experimento tomar nuestras precauciones, **limpiando la mesa de trabajo** pues **no debe quedar ni un poco de restos de los materiales que usaremos**, asimismo se sugiere **lavarse la mano** antes de tomar el encendedor y encender los recipientes de aluminio, hecho todo esto vamos al siguiente paso.

**Tercer paso.-** Procedemos a encender los recipientes de aluminio uno por uno, con ayuda de nuestro encendedor o fósforo, luego de ello observaremos que nuestro recipiente que contenía ácido bórico el fuego se tornará un color verde intenso, el recipiente que tenía acetona se tornará un color medio anaranjado, en el recipiente que colocamos hilo de cobre se tornará un color verde mas bajo que el primero y por último el recipiente que tenía la mezcla de los tres se tornará un tanto azul.

## ¿Qué sucedió?

El color es debido a la radiación electromagnética, emitida en forma de luz, el mismo que va depender de la longitud de la onda para que el compuesto tome un color u otro, es importante saber que cada compuesto químico cuenta con su propio patrón de ondas por eso cuando uno enciende el recipiente, la temperatura se eleva y estas ondas se ven alteradas, por tanto el fuego comienzan a tomar un color u otro.

EXPER (20-05-2016). <http://www.xn--experimentosparanios-l7b.org/como-hacer-fuego-de-diversos-colores/>



QFB MARTIN PINEDA MORALES

Lorena Mendoza G.

# Hacemos equipo

## Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



COORDINACIÓN  
DE LA INVESTIGACIÓN  
CIENTÍFICA



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



departamento de  
Comunicación  
de la Ciencia