



HYPATIA®

ISSN: 2007-4735

Estrategia Nacional para Fomentar y Fortalecer la Divulgación de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación en las Entidades Federativas - Morelos 2017.
Apropiación Social de la Ciencia, Tecnología e Innovación

Revista de Divulgación Científico - Tecnológica del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos, sectorizado a la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos.

www.hypatia.morelos.gob.mx • hypatia@morelos.gob.mx
Revista auspiciada por FORDECYT

NÚM. 56
EJEMPLAR GRATUITO
MAYO AGOSTO 2017



AGRICULTURA DIGITAL

EL EXTRAORDINARIO VIAJE DEL FOTÓN

FÁBRICAS DE CALOR: ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

OBSERVANDO EL MOVIMIENTO DE LAS MOLÉCULAS

- ◆ **Graco Luis Ramírez Garrido Abreu**
Gobernador Constitucional del Estado de Morelos
- ◆ **María Brenda Valderrama Blanco**
Secretaria de Innovación, Ciencia y Tecnología
- ◆ **Javier Siqueiros Alatorre**
Director General del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos
- ◆ **Silvia Patricia Pérez Sabino**
Coordinadora de Divulgación y Cultura Científico-Tecnológica
Editora de Hypatia.
- ◆ **Iván Israel Madrigal Munguía**
Subdirector de Creación Visual, Diseño editorial y gráfico.

Contacto: hypatia@morelos.gob.mx

CONSEJO EDITORIAL

Dr. Javier Siqueiros Alatorre
Dr. Jorge Flores Valdés
Dr. Ernesto Márquez Nerey
Dr. Luis Manuel Gaggero Sager
Mtro. Martín Bonfil Ollivera
Dr. Humberto Lanz Mendoza
Dr. Eduardo César Lazcano Ponce
Mtro. Marco Antonio Sánchez Izquierdo
Dr. Jaime Bonilla Barbosa
Dr. José María Rodríguez Lelija
Dra. Lorena Noyola Piña
Dr. Armando Arradondo López
Lic. Susana Ballesteros Carpintero

CORRECCIÓN DE ESTILO

Mónica Leticia Pineda Castellanos
Eliezer Cuesta Gómez
Samuel Arroyo Nava

Hypatia, año 17, núm. 56 segundo cuatrimestre 2017, editada por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos sectorizado a la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos. Calle la Ronda núm. 13, col. Acapantzingo, C.P. 62440, Cuernavaca, Morelos, México. Teléfono: (+52) 7773187524
www.hypatia.morelos.gob.mx

EDITORIA RESPONSABLE: SILVIA PATRICIA PÉREZ SABINO
Reserva de derechos al uso exclusivo núm. 04-2016-050413502100-102.

ISSN: 2007-4735. Licitud de título y de contenido: 15813
Impresa por: Vettoretti Impresores, Calle Zocatecas núm. 301, col. Ricardo Flores Magón, Cuernavaca, Morelos, C.P. 62370. Este número se terminó de imprimir el 18 de octubre de 2017, con un tiraje de 20 mil ejemplares.

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

Se permite la reproducción total o parcial por cualquier sistema o método, incluyendo electrónicos o magnéticos, de los contenidos e imágenes, siempre y cuando contenga la cita explícita (fuente) y se notifique a la editora.

Hypatia está incluida en el directorio del Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal Latindex: www.latindex.org y en la página de la Sociedad Mexicana para la Divulgación y la Técnica, A.C.: www.somediacyt.org.mx

La publicación no expide cartas a sus colaboradores.

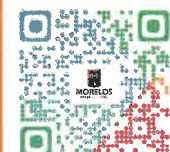
 **ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS**
CONACYT DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

PROYECTO APOYADO POR FORDECYT

HYPATIA



SICYT



H Los textos son responsabilidad directa de quien los firma.

Los dulces 16 de *Hypatia*

Sentada frente al monitor, cuyo brillo suspicaz interfiere con mis emociones, trato de recordar cómo, hace 16 años, surgió el interés de crear un vínculo que permitiera a la población estar enterada acerca de los avances en ciencia, tecnología e innovación. En ese entonces no existían en Morelos publicaciones enfocadas en esta gran labor.

Hypatia nació en el segundo trimestre de 2001 como la primera revista de divulgación científica del estado. Meses después se creó la página electrónica www.hypatia.morelos.gob.mx, la cual ha contribuido para que lectores de más de 100 países en el mundo adquieran conocimiento en materia de robótica, salud, ciencias sociales, biotecnología, energía, tecnología y ciencias computacionales, entre otras.

Llegamos a los dulces 16 de nuestra publicación editada por el Gobierno del Estado de Morelos con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a través del Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECyT).

A lo largo de estos años *Hypatia* se ha fortalecido, ha madurado, ha crecido y se ha dado a conocer en el ámbito estatal, nacional e internacional con cada uno de sus artículos. Los temas publicados en *Hypatia* han servido de inspiración a jóvenes de diversas partes del país para realizar sus tesis de licenciatura o posgrado. Pero no solo eso, esta revista ha sido también un referente en divulgación científica para los medios de comunicación masiva; incluso, algunos de sus artículos han sido difundidos en medios impresos y electrónicos y en cápsulas radiofónicas y televisivas.

Me siento afortunada de haber iniciado este proyecto editorial que ha permanecido a lo largo de 16 años. Durante de ese tiempo hemos tenido vínculos con académicos, grupos de divulgadores y periodistas de diferentes instituciones, todos con un firme compromiso de compartir su conocimiento y apoyar a que la calidad de nuestros contenidos sea óptima. ¿Y qué decir de su característico diseño editorial? Y ahora con el apoyo de los correctores de estilo. Es un logro y un orgullo que Morelos tenga una revista de calidad.

Finalmente los invito, como en cada número impreso y electrónico, a que lean los diferentes contenidos que ofrecemos. En esta ocasión se visten de gala las áreas de agroinformática, bioenergía e inteligencia artificial con los títulos: "Agricultura digital", "El extraordinario viaje del fotón" y "Los gestos, una forma de comunicación natural con los dispositivos electrónicos", entre otros que conforman nuestra revista número 56, con la cual celebramos 16 años ininterrumpidos de cultura enfocada a la ciencia, la tecnología y a la innovación.

Adéntrense al mágico mundo de la ciencia a través de nuestras versiones impresa y electrónica.

MTRA. SILVIA PATRICIA PÉREZ SABINO
Editora de *Hypatia*
Coordinadora de Divulgación y Cultura Científico-Tecnológica de la Dirección General de Investigación, Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología
patricia.perezs@morelos.gob.mx

- PÁG. 3 / ANTE LAS INCLEMENCIAS DEL CLIMA: ARQUITECTURA BIOLIMÁTICA
ARCHIVO: CIENCIAS DE LA TIERRA
- PÁG. 5 / PIQUETES, PARÁSITOS Y COMPORTAMIENTOS ARCHIVO: Biología
- PÁG. 7 / AGRICULTURA DIGITAL
ARCHIVO: AGROINFORMÁTICA
- PÁG. 11 / OBSERVANDO EL MOVIMIENTO DE LAS MOLÉCULAS
ARCHIVO: BIOQUÍMICA
- PÁG. 13 / EL EXTRAORDINARIO VIAJE DEL FOTÓN ARCHIVO: BIOENERGÍA
- PÁG. 15 / LA GENÓMICA AMBIENTAL, CENTINELA DEL HÁBITAT
ARCHIVO: CIENCIAS GENÓMICAS
- PÁG. 17 / LOS PARIENTES DIMINUTOS DE LOS CANGREJOS COMO REGULADORES DEL MOSCO DEL DENGUE ARCHIVO: HIDROBIOLOGÍA
- PÁG. 18 / COCHINILLA BIÓNICA
- PÁG. 20 / BACTERIÓFAGOS: DEVORADORES DE BACTERIAS
ARCHIVO: VIROLOGÍA
- PÁG. 22 / ¿CUÁNTA ENERGÍA NOS LLEGA DEL SOL? ARCHIVO: INGENIERÍA
- PÁG. 24 / NUEVAS VACUNAS CONTRA ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR GARRAPATAS EN EL GANADO
ARCHIVO: GENÓMICA PECUARIA
- PÁG. 26 / ¿ES LO MISMO ORGANISMOS TRANSGÉNICOS QUE ORGANISMOS MODIFICADOS GENÉTICAMENTE?
ARCHIVO: BIOTECNOLOGÍA
- PÁG. 29 / EL AGUA POTABLE Y EL CUIDADO PARA LA SALUD
ARCHIVO: EDUCACIÓN AMBIENTAL
- PÁG. 31 / LOS GESTOS, UNA FORMA DE COMUNICACIÓN NATURAL CON LOS DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS
ARCHIVO: INTELIGENCIA ARTIFICIAL
- PÁG. 33 / MANIPULANDO EL COMPORTAMIENTO DE LOS INSECTOS
PLAGA ARCHIVO: ETOLOGÍA

Revista *Hypatia* es una publicación de material de divulgación científica del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos, sectorizado a la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología (SICYT) del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos y editada por la Coordinación de Divulgación y Cultura Científico-Tecnológica de la SICYT como parte del Programa Estrategia Nacional para Fomentar y Fortalecer la Divulgación de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación en las Entidades Federativas: Morelos 2016, Subproyecto 1: Aproximación Social de la Ciencia, Tecnología e Innovación del Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Calle la Ronda núm. 13, Col. Acapantzingo, C.P. 62440, Cuernavaca, Morelos, México. Teléfono: (+52) 7773187524

ANTE LAS INCLEMENCIAS DEL CLIMA: ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

Conforme crecen las grandes urbes, las temperaturas aumentan y los chubascos vespertinos son más notables; estos son un claro ejemplo de cómo se ha modificado el patrón de los elementos climáticos. Lo anterior se debe a que el asfalto y el concreto tienen una alta capacidad para almacenar calor, el cual es liberado paulatinamente durante las tardes y las noches. Al mismo tiempo, la ausencia casi total de vegetación impide la retención del agua de la lluvia que debería recargar el acuífero o manto freático; al no poder acumularse, dado que un buen porcentaje de esta se va a los drenajes, la humedad relativa disponible es casi nula.

Asimismo, el albedo (es decir, el porcentaje de radiación solar que cualquier superficie terrestre o acuática refleja y devuelve a la atmósfera) se modifica severamente dadas las características físicas del asfalto y el concreto (de coloración negra y gris, respectivamente), los cuales tienen poca o nula capacidad reflectante, propiciando acumulación de calor en la superficie y su irradiación en el ambiente. Es por ello que cuando caminamos por la calle al medio día tenemos la sensación de que lo hacemos sobre brasas ardientes.

Las ciudades: fábricas de calor

Las altas temperaturas registradas por el paulatino calentamiento que los rayos del sol provocan a lo largo del día ocasionan que la humedad disponible en la Ciudad de México en la época de lluvias se evapore gradualmente hasta formar nubes. Éstas se estructuran de manera peculiar y alcanzan un gran desarrollo vertical debido al calor emitido por la ciudad; a las cuales se les llama cumulonimbus o cumulonimbos. Son nubes muy altas (su base suele encontrarse a menos de 2 km de altura mientras que la cúspide varía entre los 15 y los 20 km de altitud) formadas por columnas de aire

cálido y húmedo que se elevan en forma de espiral rotatoria. Dentro de la espiral, las gotas que se forman por la condensación ascienden y se enfrían, mientras que al llegar a la cima descienden bruscamente y se calientan. Este proceso se repite incontables ocasiones, lo cual da pie a la formación de las capas en el granizo. Si tomáramos una de esas gotas congeladas, sería fácil observar sus capas cristalinas y opacas, cada una de ellas correspondiente a un ascenso y a un descenso rápido de la gota dentro de la espiral de la nube.

Cuando los cúmulos están plenamente desarrollados adoptan una forma de yunque, con la punta hacia atrás respecto a la dirección del desplazamiento de la tormenta, es decir, a sotavento. Al posarse sobre la ciudad, es como si se colocaran sobre una enorme estufa; de manera que se desencadena vertiginosamente un proceso de convección dentro de la nube (figura 1, pág. 4).



Plaza de la Constitución
 Foto: Antony Stanley
 antonystanley en Flickr

Cumulonimbos
 Foto: Juan Madrigal Minguila
 Ivanovo en Flickr



Figura 1: Fenómeno de convección dentro de las nubes.

Fuertes chubascos, síntoma inequívoco de grandes ciudades

La convección consiste en un movimiento circular ascendente de las moléculas de agua contenidas en la nube; cuando las pequeñas gotas escalan se enfrían y se adhieren entre sí hasta condensarse en forma de gotas más grandes y pesadas. Este aumento de peso y volumen provoca su descenso. En su trayecto se les incorpora más vapor de agua, el cual forma una delgada película que las envuelve. De esta manera, ganan peso durante su declive al interior de la nube; sin embargo, al llegar a la parte inferior, se enfrentan al calor irradiado por la ciudad y, al aumentar inevitablemente su temperatura, ascienden de nuevo vertiginosamente en un ciclo continuo hasta que las gotas alcanzan, tanto un tamaño como un peso mucho mayores. Este proceso de ascenso y descenso se denomina convectividad.

Eventualmente, muchas de las gotas dentro de la nube se mantienen congeladas (granizos), de manera que cada nuevo ascenso adhiere una película más de agua. Finalmente, el peso del granizo es tal que las obliga a caer. A pesar de ello, los edificios y el asfalto de las calles continúan irradiando calor aun después del mediodía, lo cual prolonga el proceso convectivo. Debido a este ciclo, los pequeños granizos se le aglutinan paulatinamente cada que suben y bajan dentro de la nube, formando más capas de vapor y de agua líquida, las cuales incrementan su tamaño y peso hasta que el aire de la nube no puede contenerlos de nuevo y entonces se inicia el chubasco: grandes gotas de agua acompañadas de granizo. Una vez que la nube se descarga, es decir, se libera del agua en forma de gotas y granizo, queda solo vapor y vuelve la calma a la ciudad.

Sin embargo, y pese al chubasco, tanto en la calle como en el interior de las casas y los edificios, se percibe una sensación de bochorno. Esto se debe a que la energía invertida durante el aguacero

es liberada en forma de calor. Ello sumado al incremento de la humedad en el ambiente provoca que nos sintamos sofocados, ya que no podemos sudar dada la humedad circundante que bloquea el proceso fisiológico en nuestro cuerpo, además de que ambos ambientes (el cuerpo y el aire) se saturan de agua en forma de vapor.

Construcciones naturales: arquitectura termorregulada

Lo anterior no sucedería si el material con el que elaboramos nuestras edificaciones tuviera los principios térmicos de las construcciones termiteras (aquellos habitáculos de las termitas). En el interior de esas estructuras existen verdaderas ciudades, de las cuales destacan una cámara real (para la reina), una zona de cultivos y una zona de abastecimiento de materiales con una organización de acuerdo a su ocupación (defensa, construcción, agricultura, natalidad y cámaras de guardería). Cada una de las áreas tiene sistemas naturales de aireación que permiten enfriar el aire o calentarlo según el caso (figura 2).

Arquitectura moderna, diseños con fines de lucro

Es curioso observar que los insectos sean mucho más ingeniosos y asertivos en la construcción de sus colonias que los propios humanos. Por ello, resulta necesario preguntarse si hay falta de creatividad en los arquitectos, o si importa más la ganancia que el diseño. La respuesta, querido lector, está en tus manos. Sin embargo, vale la pena voltear la mirada a la estrategia desarrollada por los animales que, lejos de dañar el ambiente, aprovechan los recursos disponibles para satisfacer sus necesidades de vivienda.



Figura 2: Estructuras arquitectónicas de los termiteros.

PIQUETES, PARÁSITOS Y COMPORTAMIENTOS

En 1975, el director canadiense David Cronenberg describió en su película *Shivers* a un grupo de personas cuya personalidad se modificaba considerablemente por la infección de parásitos que los convertían en zombis con frenesí sexual, quienes a su vez infectaban a otros a través del contacto sexual.

La modificación de la conducta de un individuo debido a la infección de un parásito es frecuente en la naturaleza. Hay ejemplos de parásitos que alteran el comportamiento de su huésped para asegurar su transmisión. Así sucede con algunas hormigas infectadas con hongos parásitos que ascienden a las ramas más altas justo en el momento en que el hongo está listo para

comportamiento suicida que los hace saltar al agua, lo cual favorece que su parásito termine su ciclo de vida acuático.

Para complicar la historia, es importante mencionar que hay parásitos con ciclos de vida complejos que requieren pasar por dos huéspedes diferentes, para lo cual necesitan mayor control para asegurar que el primer hospedero se acerque y se ponga en contacto con el segundo.

Es muy interesante el caso del virus del mosaico de la coliflor que modifica a su hospedero vegetal y que es transmitido por el pulgón. Cuando este virus infecta, genera Cuerpos Especializados para Transmisión (CET) en



Foto: AFPMB
alpin en Flickr



Foto: Bernard Dupont
barnichoup en Flickr

propagarse; ahí el insecto muere quedando en buena posición para la dispersión de las esporas en un área considerable.

Los parásitos percibe del cangrejo castran fisiológicamente a sus huéspedes crustáceos y alteran su comportamiento para manipularlos en su propio cuidado como lo harían con sus descendientes. Esta manipulación fisiológica tan fina y sutil, denominada saculinización*, hace que el caso de la avispa esmeralda y la cucaracha zombi resulte algo muy burdo.

Por su parte, los grillos cuando son infectados, por una especie de gusano plano, muestran un

las células de la coliflor. Desde que un pulgón se posa para alimentarse sobre la hoja, se activa un mecanismo potenciado por proteínas virales, mediante el cual los CET son expuestos de manera rapidísima y favorecen la adherencia del pulgón al cuerpo, al cual infecta y sirve como vector de dispersión hacia otras plantas de coliflor.

También está el caso de otro gusano plano que se hospeda en los caracoles cuando comen heces de aves contaminadas con huevecillos de este parásito. Una vez en el interior de los moluscos, los gusanos se alojan en las antenas oculares. De esta forma modifican la conducta

* Este término hace referencia al género *Sacculina*, al cual pertenecen los crustáceos parásitos.



Foto: Vivien Rolfe
biologycourses en Flickr

Foto: Sylke Ibach
sylke_ibach en Flickr

Foto: Rachel Standley
rstandleyphotography en Flickr

de los caracoles, interfieren su sensor de luz / oscuridad, evitan que los caracoles se refugien por la noche y los inducen a que muevan rítmicamente sus antenas. Todo esto provoca finalmente que los moluscos puedan ser avistados por las aves y devorados en consecuencia. Así, el parásito completa su ciclo al introducirse al hospedero emplumado.

Otro ejemplo interesante es el del toxoplasma, un parásito que cuando infecta a los ratones, estos se hacen insensibles al olor de la orina de los gatos (cuyo hedor normalmente alerta y aleja a los roedores sanos). Infectados ya, pierden el temor a sus depredadores naturales, y este comportamiento permite que sean devorados por los gatos más fácilmente, lo cual, a su vez, favorece al parásito para completar su ciclo de vida en el hospedero felino. También los humanos pueden mostrar alteraciones del comportamiento, como retardo en el tiempo de respuesta ante un incidente inesperado (un accidente de tránsito, por ejemplo), además de mayor propensión a desarrollar esquizofrenia. Aunque el humano no es presa de los gatos y este comportamiento no beneficia al parásito, se ha considerado que estas alteraciones son una manifestación de efectos colaterales de la infección latente.

Los parásitos transmitidos por insectos que se alimentan de sangre son un grupo especial que ha sido ampliamente estudiado. La infección producida por estos altera el comportamiento de los hospederos. Es el caso de las moscas de la arena en las que existen vectores del protozooario causante de la *leishmaniosis*, que modifican su conducta cuando están infectadas. Debido a que el parásito forma un tapón en el intestino de la mosca, impidiendo su sensación de saciedad, ella intenta repetidas veces alimentarse y en cada ocasión el parásito se disemina.

Otro caso interesante es el de los parásitos de la malaria que pueden alterar el comportamiento de los mosquitos infectados incrementando el número de veces que pican y el volumen de sangre que ingieren en cada ocasión. Se sabe que, cuando los parásitos de la malaria invaden las glándulas salivales dentro de estos insectos, su presencia hace que un mosquito intente picar hasta diez veces más

que aquellos que no hospedan alguno. También se sabe que el CO₂ y el sudor de nuestros cuerpos atrae a los mosquitos, pero hasta hace poco se desconocía qué otras moléculas pudieran estar implicadas en esta atracción. En febrero de 2017, en la revista *Science*, se reportó que cuando el parásito de la malaria se encuentra dentro de una persona, utiliza específicamente a los eritrocitos para modificar el comportamiento de los mosquitos. Esto lo hace mediante una molécula (HMBPP) sintetizada y secretada por el mismo parásito, además de influir en la producción de moléculas de aldehído, terpenos, limoneno y otras volátiles que se expulsan por la piel. Todas estas, junto con la HMBPP, directamente aumentan no solo la búsqueda de sangre y los tiempos de alimentación de los mosquitos, sino que los atraen específicamente hacia aquellos hospederos humanos infectados.

Es aventurado mencionar que un comportamiento como la ingesta de sangre puede ser completamente modificado por los parásitos; no obstante, las evidencias de que esto sucede son cada vez más claras. Por ello es relevante continuar con su estudio, sobre todo para relacionarlo con las infecciones que afectan a los humanos. Existe también un riesgo más elevado para los mosquitos, ya que dedicar mayor tiempo para alimentarse repercute en una alta probabilidad de ser atrapados al picar y, por lo tanto, de morir en el intento. En el caso de estos insectos, cada décima de segundo es objetivo a ganar en la estrategia biológica de comportamiento de la carrera por la sobrevivencia. Por supuesto, esto también abre todo un abanico de preguntas, que van desde si los virus transmitidos por mosquitos, como dengue, chikungunya y zika, también producen cambios de comportamiento en sus huéspedes, hasta si esto les asegura mayor éxito de transmisión.

Foto: Kentish Plumber
plumberjohn en Flickr

Foto: Bernard Dupont
berniDupont en Flickr



Foto: Penn State
pennstatische en Flickr

De la misma forma en que el internet transformó las enciclopedias en artículos de museo y los servicios de *streaming* (transmisión en directo) hicieron evolucionar la forma de consumir películas y series, la agricultura digital llegó para cambiar la forma de producir alimentos y, como consecuencia, de planificar y utilizar nuestros recursos.

Según previsiones de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), en el año 2050, la población mundial habrá crecido 34 por ciento. Para hacer frente a este incremento de la demanda, será necesario duplicar la producción de alimentos.

producir el doble de alimentos en una menor superficie cultivable, con menos mano de obra y graves problemas de escasez de agua.

Si en la década de 1960 ocurrió la “Revolución verde”, que consiguió incrementar la productividad agrícola mediante la mejora y selección de semillas, evolución de los sistemas de riego, fertilizantes, maquinaria, entre otros, en este momento el sector agrícola precisa de una nueva revolución, cuyo motor sean las Tecnologías de la Información y la cual permita afrontar los retos descritos a través de una “agricultura en tiempo real”.



Por otro lado, nos encontraremos con una disminución de la tierra dedicada al cultivo, ya que muchos de los espacios actuales son o serán empleados para la creación de biocombustibles. Además, es necesario tomar en cuenta el progresivo éxodo rural que ocasionará una concentración de la población cada vez mayor en las ciudades.

El panorama es, cuando menos, desalentador. La sociedad se enfrenta al reto de tener que

La era digital a ras de suelo

Tradicionalmente los agricultores se han basado en su intuición y experiencia para llevar a cabo las distintas tareas del campo con base en un calendario predefinido.

Ahora, y gracias al uso de las tecnologías de *big data* (macrodatos), podrán tomar las mejores decisiones en cada momento, a través de la captura, almacenamiento y análisis de una enorme cantidad

de datos en tiempo real procedentes de sensores que miden, por ejemplo, el pH o la humedad de la tierra, la calidad del aire o los niveles de nitrógeno, las imágenes aéreas procedentes de satélites o drones, la previsión de tiempo por parte de las agencias meteorológicas y lo demás.

El *big data* también permitirá mejorar la producción al proporcionar información sobre qué tipo de cultivo es más rentable plantar, en qué fecha exacta, en qué terreno en concreto y qué cantidad de agua y fertilizante necesitará. Todo ello permitirá minimizar los costos de producción, así como los niveles de contaminación. La agricultura del futuro será, ante todo, sostenible con el medio ambiente.

Distintos tipos de sensores instalados en tractores, cosechadoras y demás maquinaria agrícola informarán de posibles averías antes de que ocurran, lo cual permitirá, por ejemplo, reemplazar una pieza determinada de manera proactiva evitando una posible falla o la inutilización de la máquina durante varios días, situaciones que afectarían la productividad de otro modo.

Además de mejorar las cosechas, las granjas de animales también se verán beneficiadas por el *big data*. Mediante el uso de una serie de sensores en los cobertizos, se podrá pesar automáticamente al ganado y ajustar la comida en dosis adecuadas. También será posible monitorear la salud de los animales en tiempo real, para que los que estén enfermos puedan recibir medicación necesaria a través de su comida.

Las enfermedades, plagas y las propias condiciones meteorológicas convierten la agricultura y la ganadería en negocios de altísimo riesgo. Todos los años se producen casos de cosechas perdidas totalmente por sequías, nevadas o lluvias torrenciales, así como el cierre de granjas debido a enfermedades como los famosos casos de las “vacas locas”, la peste porcina o la gripe aviar.

Mediante los macrodatos y el uso de la analítica predictiva, agricultores y ganaderos podrán anticiparse al futuro con la toma de decisiones oportunas para, al menos, poder reducir el impacto ante posibles catástrofes.

Drones y dataloggers conocidos por agricultores e investigadores

La humanidad ha generado más de 90 % de la información digital de toda su historia en los últimos 5 años. Mensajes, fotografías, videos o cualquier tipo de datos se crean continuamente y día tras día se almacenan en la nube para luego poder ser recuperados.

Pero, ¿qué podemos hacer con toda esa información además de almacenarla? Mucha gente encuentra la respuesta a esta pregunta con el concepto del *big data*, una idea que incluye diversos valores:

- Buscar y generar fuentes de datos fiables.
- Almacenar y procesar los datos recolectados.
- Analizar la información dispuesta en búsqueda de patrones.

Foto: Atibordee Kongprepan
atibordee en Flickr

Foto: Phil Heck
kleche en Flickr



Foto: Sergio Nierda
Señal: Niebla en Flickr

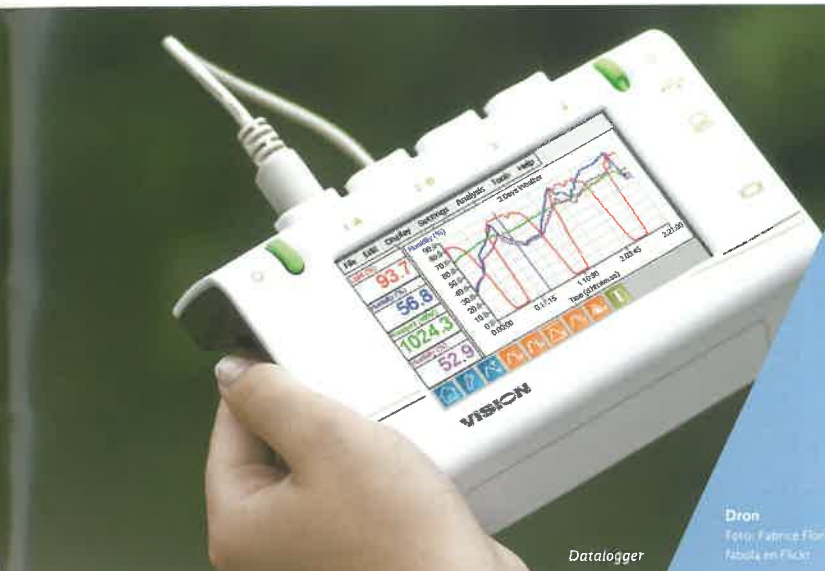
En resumen, la idea es disponer de información valiosa para que nos ayude a obtener mejores conclusiones y, en consecuencia, a tomar las decisiones convenientes.

Cuando se trata de la agricultura, los drones y los *dataloggers* son los más conocidos tanto por los agricultores y productores como por los investigadores y consultores. Ambas herramientas son dispositivos usados por quienes quieren medir u observar sus campos y cultivos para mejorar la eficiencia de la producción mientras se ahorra agua, materiales y mano de obra.

Los drones, también llamados vehículos no tripulados, son una herramienta utilizada para examinar los terrenos de cultivo y ayudar a los agricultores a optimizar su trabajo con las cosechas.

Muchas veces son conocidos como sistemas WSN (Wireless Sensor Network) o Redes de Sensores Inalámbricos. Los datos recopilados normalmente producen un gráfico de los valores medidos en relación con el tiempo. Una vez instalados los *dataloggers* en los campos, se recaba toda la información remotamente en un aplicación específica o página web. Normalmente las medidas más destacadas son: la humedad relativa en el aire, la humedad del suelo, la temperatura ambiental, la presión, la salinidad del suelo, por mencionar algunas.

Los dos sistemas permiten que aquellos que gestionan los cultivos tengan a su disposición una herramienta para controlar e incrementar la productividad.



Datalogger



Dron
Foto: Fabrice Florin
Fábrica en Flickr

Sobrevuelan los campos para captar información diversa gracias a sus sensores y posibilitan la realización de mapas aéreos. Normalmente se detectan similitudes del terreno, así como patologías y anomalías; también identifican objetos y formas. Los operadores tan solo tienen que soltar el dron en el campo, esperar a que transmita la información y aterrice de manera segura.

Datalogger es un dispositivo electrónico que registra información en tiempo real por medio de sensores.

Pero, ¿cuál es mejor? Hagamos una comparación. Debido a que los drones son vehículos aéreos, cuando sobrevuelan los campos, tienen una visión global, es decir, alcanzan a medir todos los puntos por superficie. También pueden utilizar sensores espectrales de imagen avanzados como una cámara de infrarrojos. Los drones ofrecen una medida cualitativa.

Al contrario, los *dataloggers* ofrecen una medida cuantitativa. Una vez calculado dónde colocar



Datalogger

Foto: Stephen Deane, [Globe Photos](#) en Flickr



Foto: 10 10

terremoto en Flickr

Foto: University of Georgia
usacommonsgate en Flickr

estos dispositivos, se instalan para permitir una medición y enviar los datos recopilados de forma inalámbrica y de forma continua. Los *dataloggers* pueden incluso introducir los sensores debajo de la tierra para obtener valores de medición en puntos determinados y en el número que se requiera.

De esta forma, cuando ambos dispositivos se utilizan de forma conjunta se obtienen mejores beneficios para el agricultor, ya que recibe resultados más precisos contribuyendo a la producción y el ahorro de suministros.

El negocio del big data

Evidentemente, para un agricultor crear la infraestructura necesaria para gestionar y analizar todos estos datos resulta algo muy complicado. Sin embargo, hay muchas empresas que han visto en la agricultura un nicho de negocio importante para el desarrollo de aplicaciones basadas en *big data*. Climate Corporation, por ejemplo, ya ofrece servicios de asesoramiento para el uso eficiente de los fertilizantes a partir de la recopilación de datos específicos de los cultivos. Otras compañías del sector como Monsanto y el fabricante de tractores Deere o multinacionales del sector tecnológico como Intel o IBM, ya compiten por hacerse un hueco en este campo con diferentes *start-ups* de Silicon Valley.

La Tierra no es uniforme, reguemos diferente

Tenemos, por tanto, todas las esperanzas puestas en que la agricultura digital sea en breve una realidad en todos los países de la región incluido, México. Para, con ello, afrontar exitosamente el reto de obtener los niveles de producción adecuados con el menor impacto posible en el medio ambiente y, así, poder asegurar el alimento para las sociedades del futuro.

En la actualidad se trata de la gran revolución en curso en la agricultura mundial, como antes lo fue la Ingeniería Genética.

Ahora y más que nunca, producir alimentos tiene que ver con planificación, eficiencia e información.

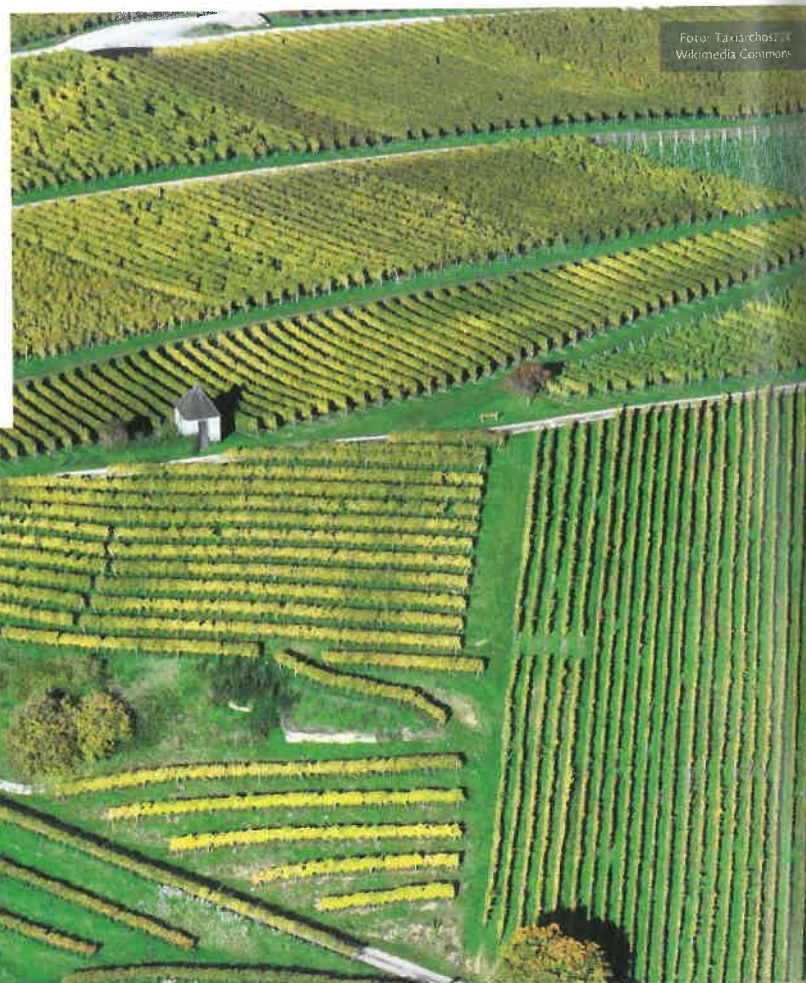


Foto: Tarkenton, [Wikimedia Commons](#)

OBSERVANDO EL MOVIMIENTO DE LAS MOLÉCULAS

Cuando en un curso de Microbiología se habla de la invención del microscopio, se recuerda a Anton Van Leeuwenhoek, un holandés nacido 1632. No obstante, es importante resaltar que fue Zacharias Janssen (1580-1638) su inventor y Galileo Galilei (1554-1642) el primero en utilizarlo con fines científicos. Ellos, después de moldear unos lentes, los unieron y adaptaron a platos de aluminio sobre los cuales colocaban lo que querían observar. Así lograron amplificar la punta de una aguja. Por su parte, a Van Leeuwenhoek le gustaba pulir lentes y usarlos para amplificar imágenes, este hecho fue fundamental para mejorar las condiciones técnicas de los microscopios que otros estaban construyendo.

A Van Leeuwenhoek se le atribuye la descripción de la estructura de las bacterias y algunas levaduras hecha por medio de estos precarios microscopios. Para lograrlo, tomó muestras de agua de lluvia y “materia blanca” que retiraba de sus dientes. Al colocar las muestras en el microscopio, observaba en el agua de lluvia “animalitos móviles”, mientras que en la materia recolectada de sus dientes veía claramente las formas que más adelante fueron descritas como cocos, bacilos, espirilos y vibrios (formas bacterianas). Sus observaciones fueron divulgadas en el primer gran tratado de microscopía en 1665 y en la revista *Lectures and collections*, ambas publicaciones hechas por Robert Hooke (1635-1703), secretario de la Royal Society en 1678.

Siempre ha sido objeto de curiosidad humana el tratar de observar objetos de tamaño pequeño, que escapan del sentido de la vista, para lo cual se ha recurrido a diferentes medios de amplificación del tamaño de objetos, como los anteojos que algunos usamos cotidianamente, además de lupas, telescopios o microscopios, que nos permiten descubrir la naturaleza y las formas externas o internas de objetos que los ojos no son capaces de distinguir. Aunque el microscopio óptico, inventado en el siglo XVII, permitió explorar un nuevo mundo microscópico, existe un límite físico observable, según la longitud de la luz usada. Un microscopista alemán en 1873 llamado Ernst Abbe dedujo cuál era este límite teórico en 0.2 micrómetros. Es decir, aunque el microscopio permite observar células,

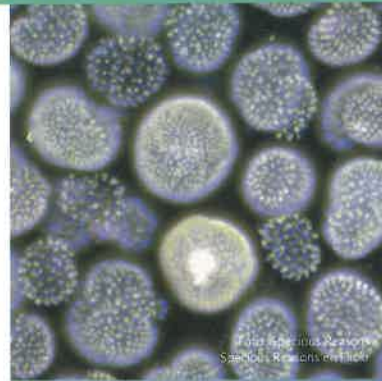


Foto: Specious Reasons
 Specious Reasons en Flickr



Foto: March Perle
 march en Flickr



Foto: Specious Reasons
 Specious Reasons en Flickr

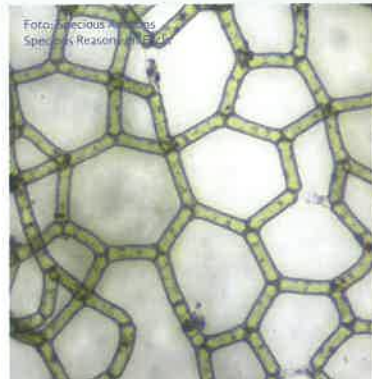
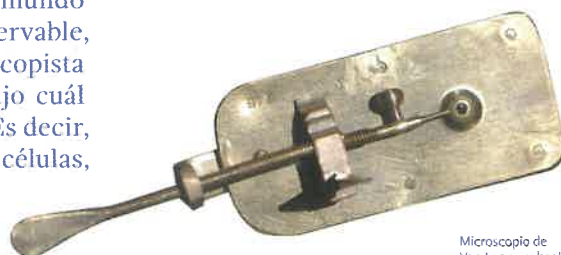


Foto: Specious Reasons
 Specious Reasons en Flickr



Microscopio de
 Van Leeuwenhoek

e incluso ciertos organelos dentro de ellas, no puede distinguir cosas mucho más pequeñas, pero importantísimas para entender los procesos de la vida, como las proteínas. Es como ver los edificios de una ciudad sin poder apreciar a los ciudadanos que la habitan.

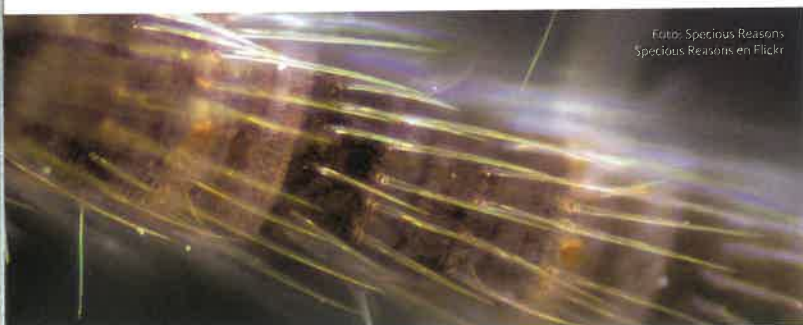
La biología sin el microscopio sería completamente diferente. Un caso especial es la microscopía de súper resolución. Con ella se puede observar la interacción entre moléculas individuales dentro de una célula, lo cual tiene aplicaciones biomédicas, debido a que hace posible ver objetos y seres vivos sumamente pequeños, imperceptibles a simple vista; tal es el caso de las bacterias, las levaduras y las algas unicelulares.

Gracias a las técnicas galardonadas con el Premio Nobel de Química 2014 por la microscopía de fluorescencia de súper-resolución desarrollada por Eric Betzig, Stefan W. Hell y William E. Moerner, se da el salto de la microbiología a la nanobiología. Ellos comenzaron a investigar formas de superar el límite del microscopio óptico. Stefan Hell lo logró utilizando las moléculas fluorescentes que se unen al ADN o a ciertas proteínas y que brillan al ser iluminadas con cierto tipo de luz, pudiendo

iluminando la muestra de tal modo que solo algunas de las moléculas, distintas en cada foto, brillen. Luego se procesan y combinan por computadora las distintas imágenes, hasta lograr distinguir con claridad todas las moléculas.

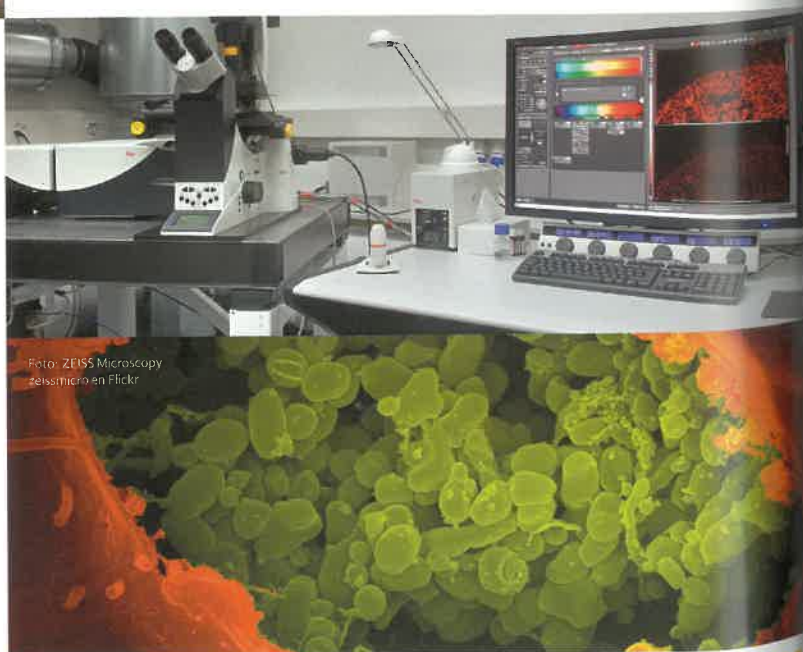
La importancia del microscopio reside en que nos permite ver a las células y ciertas estructuras intracelulares. En nuestro grupo de trabajo de la Universidad de Marburg, actualmente utilizamos tecnologías avanzadas para el análisis de la división celular en bacterias, como la microscopía de moléculas individuales, STED, que nos permite analizar los componentes individuales de las células en momentos tan precisos como la formación de un septo durante la división celular. La idea es combinar múltiples imágenes puntuales de moléculas fluorescentes en la bacteria para obtener una nítida de gran resolución espacial.

Nuestro organismo modelo es *Bacillus subtilis*, una bacteria con forma de bastón que requiere oxígeno para crecer y se encuentra normalmente en el suelo. Es un modelo de estudio para el proceso de división celular bacteriana y el organismo modelo de elección para el proceso de diferenciación de la esporulación. Nuestra línea investigativa está encaminada a entender la biología de esta bacteria y seguir la dinámica de las proteínas involucradas en varias etapas de su desarrollo, utilizando el marcaje con etiquetas fluorescentes y el uso de la microscopía de súper resolución. Esta tecnología nos permite hoy observar el movimiento de las moléculas, el nanomundo *in vivo*. La llamada nanobiología permite un estudio de muchos procesos biológicos con lujo de detalles, que hace algunas décadas parecía imposible.



ser localizadas de esa forma. Para aumentar la resolución, el mecanismo que él inventó se basa en iluminar con luz láser una diminuta área seleccionada dentro del campo de visión del microscopio, de modo que brille mientras un segundo haz de otro tipo de luz láser “apaga” y hace resaltar la fluorescencia de todas las moléculas circundantes; durante el proceso, el microscopio se mueve de modo que escaneé todo el campo.

Hoy el método inventado por Stefan Hell se conoce como STED (siglas en inglés de “amortiguación de emisión estimulada”). Mientras que Eric Betzig y William Moerner utilizaron un método distinto, conocido como “microscopía de moléculas individuales”, el cual también emplea marcadores fluorescentes y toma una serie de microfotografías



EL EXTRAORDINARIO VIAJE DEL FOTÓN

La vida en nuestro planeta, desde una pequeña hormiga hasta una majestuosa ballena, se mantiene gracias a la energía de los fotones. Los fotones son las partículas que componen la luz: equiparables a pequeños paquetes de energía. El mismísimo Albert Einstein propuso esta idea. Estas partículas pueden tener viajes extraordinarios. La travesía comienza en el Sol (figura 1).

El Sol es una fábrica en la que se produce helio y luz a partir de reacciones nucleares; es decir, dos núcleos de hidrógeno se combinan o fusionan para formar un nuevo elemento y, como consecuencia, se libera una gran cantidad de energía. La luz —y por lo tanto, los fotones— viaja a una velocidad increíblemente rápida desde el Sol hasta nuestro planeta (tarda tan solo 8 minutos en recorrer una distancia promedio de 150 millones de kilómetros). Ciertos fotones quedan atrapados en la atmósfera,

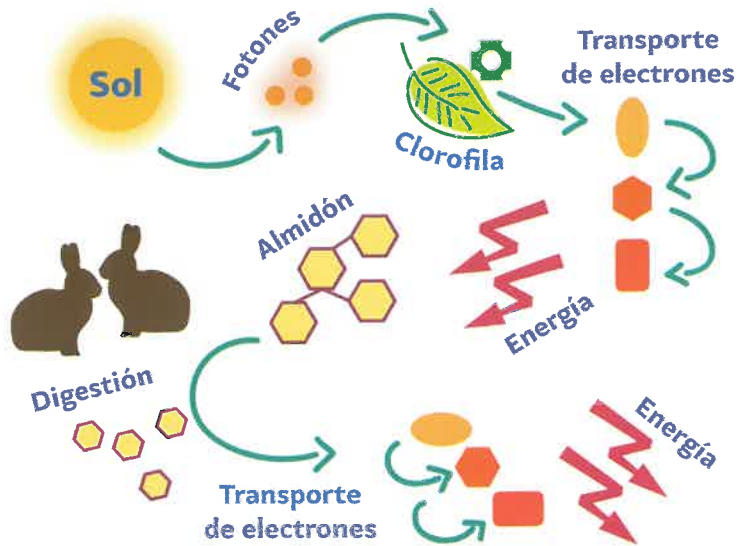


Figura 1: El viaje del fotón: desde el Sol hasta los organismos vivos, la energía del fotón sustenta la vida en nuestro planeta.

donde son absorbidos por algunos gases; mientras que otros logran llegar a la superficie terrestre. Asimismo, muchos de ellos son asimilados por los elementos químicos de la corteza terrestre y su energía se libera en forma de calor. Pero hay más que son capturados por las plantas o las algas verdes con la ayuda del pigmento llamado clorofila, el cual confiere el color verde a estos seres vivos.

En ese momento, la energía del fotón provoca que un electrón de la clorofila se excite y se transfiera a un conjunto de proteínas que se pasan ese electrón de unas a otras. Es como si estas proteínas jugaran a la “papa caliente”. La papa representa al electrón y los jugadores, las proteínas. En ese proceso se libera energía que las células de las plantas y algas utilizan para producir moléculas como el almidón. Hasta este punto, el fotón —ese paquete de energía de la luz— ha viajado desde el Sol hasta una molécula orgánica como el almidón. A este proceso de transformación de

la energía luminosa en química (en los enlaces de la molécula de almidón) se le llama fotosíntesis. Para que ocurra se necesita de agua y dióxido de carbono (CO₂). Como desecho, se produce oxígeno.

El viaje del fotón continúa cuando un animal herbívoro (como un conejo) se alimenta de una planta. Gracias al sistema digestivo, se pueden romper las moléculas de almidón y aprovechar la energía que se encuentra en él. Esto se logra mediante enzimas especializadas que pueden extraer los electrones de las moléculas de alimento. Mediante un sistema parecido al de las plantas, las células animales pasan los electrones —la papa caliente— de una molécula a otra y, en el proceso, se libera energía; una parte de ella se disipa en forma de calor; la otra, se aprovecha para sintetizar una molécula conocida como ATP, la cual es utilizada en muchos procesos celulares que requieren de energía. En este proceso, el último jugador que captura a la papa caliente es el oxígeno. Es por eso que



Foto: NASA
 (a) Bill Ryan/istockphoto.com, Flickr



Foto: Stéphanie Gonzalez, Stéphanie-gonzalez en Flickr

los animales y otros organismos que se alimentan de más seres vivos requieren de oxígeno para vivir.

Este proceso se denomina respiración celular y hasta cierto punto podría considerarse como lo inverso a la fotosíntesis: se comienza con una molécula orgánica y oxígeno, y se libera energía, CO₂ y agua (figura 2). Así, la energía liberada por la digestión de los alimentos se puede utilizar para realizar una contracción muscular, para sintetizar hormonas o para transportar nutrientes de un lado a otro. El fotón ha viajado desde los enlaces químicos en el almidón hasta el movimiento de un músculo, la señal de crecimiento o la nutrición de un tejido. La energía del fotón liberada en forma de calor ya no puede utilizarse aunque siga existiendo. Como dijo el químico francés Antoine Lavoisier: “La energía no se crea ni se destruye, solo se transforma”.

La energía que se encuentra en todas nuestras moléculas puede ser utilizada aun cuando morimos. Bacterias y hongos son capaces de degradar las moléculas de organismos muertos. De esta manera se aprovecha la energía y el viaje del fotón continúa. Así, se cierra el ciclo del flujo energético en el planeta y es lo que conocemos comúnmente como las cadenas tróficas, en las cuales unos organismos se alimentan de otros para aprovechar el carbono

(para sintetizar sus propias moléculas) y la energía. Sin embargo, en el aspecto energético, el ciclo no es perfecto ya que continuamente se está aprovechando la energía proveniente del Sol para mantener las cadenas tróficas. ¿Por qué sucede esto?

Como se mencionó anteriormente, parte de la energía de los fotones se libera en forma de calor al interactuar con la materia y durante las reacciones químicas que sustentan la vida. La energía en forma de calor no es útil para los seres vivos. Si no hubiera un aporte constante de energía del sol, los sistemas biológicos tenderían al desorden, esto es, a perder su estructura organizada y, por lo tanto, dejarían de funcionar.

Gracias al viaje de los fotones, la vida en nuestro planeta es posible.

Fotosíntesis



Respiración celular



Figura 2: La fotosíntesis y la respiración celular son procesos bioquímicos fundamentales para la vida. La respiración celular es, a grandes rasgos, un proceso inverso a la fotosíntesis.



Foto: John Birmion, Birmion en Flickr



Foto: Mary Spicer, spicey_spiney en Flickr



Foto: Scott Darbey, scott_darbey en Flickr



Foto: Roberto Knapp, Roberto Knapp en Flickr

LA GENÓMICA AMBIENTAL, CENTINELA DEL HÁBITAT



Los ecosistemas han sido contaminados como resultado de las actividades del ser humano. Por ejemplo, en los campos agrícolas se utilizan plaguicidas, productos químicos tóxicos para el ser humano y para otros seres vivos. Otro caso es la minería donde, desafortunadamente, tanto los principales productores de minerales como los productores secundarios, producen millones de toneladas de residuos con altos contenidos de elementos tóxicos que impactan sobre la salud humana y la de los ecosistemas (figura 1, pág. 16).

Por otro lado, en estas actividades la humanidad establece relaciones con los microbios, y no es que debamos preocuparnos porque nos vayan a contagiar, la razón principal es que ellos también ayudan a disminuir el impacto ambiental de las actividades industriales. Los microorganismos con estas capacidades, habitualmente forman comunidades que interactúan entre ellas; y estas asociaciones representan una fuente de herramientas moleculares que se puede explorar continuamente.

¿De dónde obtienen información estos organismos para llevar a cabo estas actividades?

La respuesta está escrita en su genoma. El genoma es todo el conjunto de genes contenidos en una molécula de ADN. El área que estudia a los genomas se le llama genómica. El tamaño de un genoma se mide en pares de bases (pb) y para representarlo se habla de kilobases (kb=1000 pb) o megabases (Mb=1,000,000 pb), que en el caso de las bacterias puede ir desde 500 kb hasta las 10 Mb. Los genes se copian a una molécula mensajera, el RNA, para

que finalmente se fabriquen las proteínas que van a ser las responsables de usar y degradar aquellas moléculas contaminantes de nuestro ambiente.

Con todo lo anterior, surgen algunas interrogantes: ¿la genómica podrá ayudar a las ciencias ambientales para entender a estos organismos?, ¿será posible que con ella se puedan obtener y utilizar esas herramientas moleculares para contribuir en la mitigación de los daños ecológicos? La respuesta es contundente: ¡sí!, el impresionante mundo de la genómica cuenta con los elementos necesarios para estos retos.

La búsqueda de microorganismos útiles para estudiar e intentar mejorar los procesos de remediación se llama bioprospección. Se trata de un proceso en el que una vez ubicada el área de interés, se hace una recolección del suelo, lajas mineras y agua, etcétera; para luego transportar las muestras a un laboratorio donde se incubarán los organismos en medios de cultivo apropiados. En el Laboratorio de Ciencias Ambientales del CEIB/UAEM, mediante bioprospección de suelos contaminados, hemos identificado bacterias que son capaces de degradar ciertos plaguicidas y usarlos como alimento para su crecimiento. El empleo de estas bacterias obviamente mejora el ecosistema, pero ¿cómo logran hacerlo? ¿Se podrán utilizar los elementos responsables de estas actividades? La respuesta una vez más está en la genómica.

Primero es necesario conocer el genoma del organismo. Actualmente existen tecnologías para “leer” la secuencia entera del ADN genómico, las cuales se

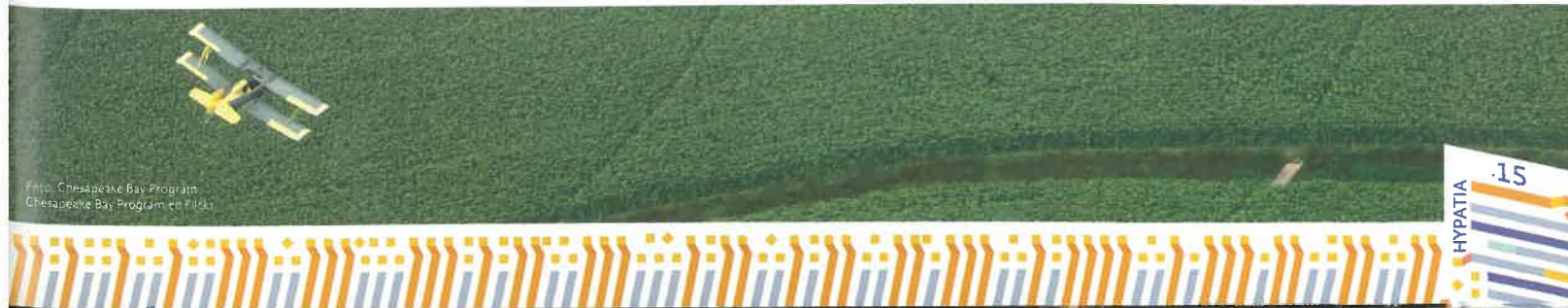
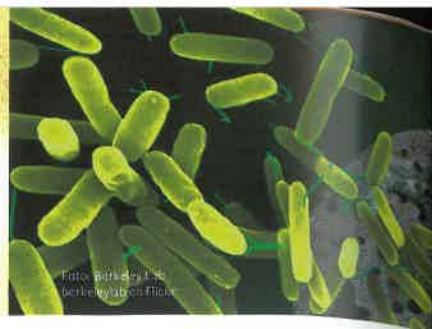
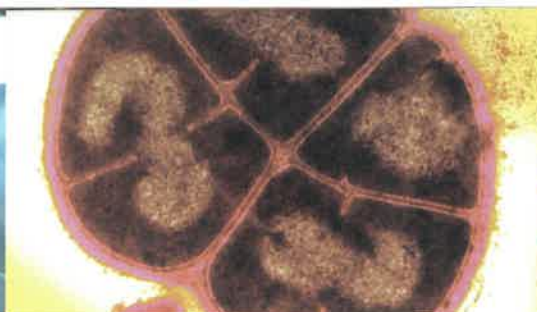


Foto: Chesapeake Bay Program
 Chesapeake Bay Program en Flickr



conocen como secuenciación masiva de alto rendimiento. A través del uso de estas tecnologías obtuvimos aproximadamente 350 millones de lecturas de una de las bacterias, con lo cual pudimos releer el genoma, de 10 mb, casi 2,500 veces. Apoyados con supercomputadoras y con un trabajo bioinformático exhaustivo en el Laboratorio de Bioinformática y Genómica Funcional del CIDC/UAEM, logramos obtener la lectura completa del genoma (figura 2). Luego, fue necesario identificar a los actores del drama: unas regiones llamadas marcos de lectura abierto que son comparadas en bases de datos especializadas para obtener un mapa de los genes presentes en nuestro genoma. Con estos pasos, pudimos saber que nuestra bacteria tiene un conjunto de genes agrupados en dos regiones, los cuales pueden producir proteínas para encargarse de la degradación completa de plaguicidas del suelo de los campos de cultivo.

Lo anterior es un ejemplo de cómo la genómica puede incidir en la salud del medio ambiente, ¿crees que se puede mejorar? Una vez más,

nar el tipo de comunidades microbianas en estos nichos, hasta identificar nuevos genes que puedan ser de interés para nuestros fines de biorremediación. Así que, la próxima vez que veas cómo hemos contaminado nuestro planeta con la finalidad de seguir “progresando”, no olvides que la genómica ambiental está buscando soluciones para remediar los daños. Además, recuerda que las bacterias presentes en esos lugares pueden ser nuestros mejores aliados si los entendemos. Para hacerlo, es necesario apoyar el desarrollo de nuevas tecnologías y la actividad científica en nuestro país.

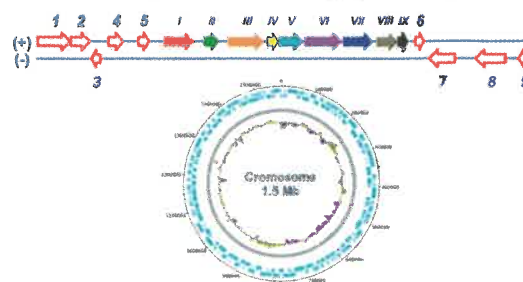


Figura 2. Esquema que representa el ensamblaje del genoma y la anotación de los genes responsables de la degradación de plaguicidas.



Mina del cañón de Bingham

Figura 1. Como producto de las actividades de extracción y explotación de las diferentes minas, se generan residuos de granulometría fina conocidos como jales o relaves.

la respuesta es afirmativa. En el caso anterior tuvimos que aislar una bacteria y crecerla en un laboratorio, pero muchos de los microorganismos que viven en nichos contaminados, como los producidos por la industria minera, no pueden ser cultivados. Es por ello que ahora estamos enfocados en realizar estudios de secuenciación masiva de metagenomas de suelos mineros.

Básicamente, el estudio de los metagenomas consiste en hacer una bioprospección de estos suelos e identificar a los microorganismos presentes utilizando directamente el ADN, sin necesidad de aislarlos. La finalidad de esto va desde determi-



Foto: UGA College of Agriculture & Environmental Sciences

Foto: Ecology Lab, DeHavenlab on Flickr

LOS PARIENTES DIMINUTOS DE LOS CANGREJOS COMO REGULADORES DEL MOSCO DEL DENGUE

Los copépodos son animales microscópicos que pueden vivir flotando en el agua y desplazarse por medio del movimiento de esta o también pueden vivir y desplazarse en el fondo. Son parientes diminutos de los cangrejos, camarones y langostas. Estos organismos son tan pequeños que se necesita de un microscopio para poder observarlos. La mayoría de ellos son pálidos y transparentes, sin embargo, algunas especies pueden tener colores como rojo, anaranjado, azul o negro brillantes.

Para darnos una idea de la forma de estos animalitos, evocaremos al personaje llamado Plankton, creado por Stephen Hillenburg de la serie animada Bob Esponja, que es ni más ni menos que un famoso copépodo.

Su cuerpo generalmente es corto y cilíndrico, con un tórax y un abdomen; su cabeza es redondeada, tienen un solo ojo y presentan dos pares de antenas.

Se distribuyen desde la Antártida, en agua marina y agua dulce. También habitan en las cuevas y hasta en las chimeneas hidrotermales. Incluso, algunos copépodos son semiterrestres y se pueden encontrar en el agua almacenada en los musgos y hojarasca que se depositan en el suelo de los bosques tropicales.

Su alimentación es muy diversa, hay especies planctónicas que se alimentan principalmente de fitoplancton y algunas de restos de peces; hay parásitos alimentándose de sangre y fluidos de animales; también depredadores, principalmente de numerosas larvas de mosquito. Estos últimos, han sido probados con éxito en experimentos de laboratorio y de campo contra larvas de *Aedes aegypti* y otras especies de insectos.

La picadura del mosquito *Aedes aegypti* provoca brotes y epidemias de dengue, chikungunya y zika, lo cual representa un problema de salud pública que incluso ocasiona la muerte de los seres humanos. Estas enfermedades de origen viral, actualmente no tienen medicamentos ni vacunas para ser curadas o prevenidas. La única manera de protegerse de ellas es mediante medidas de saneamiento básico y protección personal, por lo general evitando la creación de criaderos de mosquitos (cualquier recipiente que acumule

agua como botellas, floreros, baldes, palanganas, bebederos de animales, tanques de agua, porta macetas, lonas o bolsas arrugadas, tanques de agua, entre otros).

El ser humano ha implementado una serie de alternativas, como el uso de insecticidas, que lideran los programas de control del vector de la enfermedad y que mantienen bajo control las poblaciones de moscos. Sin embargo, ello trae como consecuencia la resistencia de estos organismos, además de contaminación al ambiente. En la búsqueda de una solución a estos problemas de salud pública que aquejan a la población, se ha utilizado, como una alternativa a ser incorporada en los programas, el control biológico de vectores. Esto es, el empleo de diferentes organismos capaces de reducir las poblaciones de mosquito que no afecten a la salud del ser humano.

En el Laboratorio de Hidrobiología del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, actualmente se realizan estudios sobre el uso de los copépodos como reguladores de las poblaciones de moscos. Estos copépodos son microanimales comunes y poco conocidos por las personas, ya que son imperceptibles a simple vista. Lo cual es un factor a su favor como reguladores de las poblaciones de los moscos, debido a que no se perciben dentro de sus recipientes de agua y no causan ningún daño a los seres humanos ni al ambiente.

En el agua de las presas y bordos del estado de Morelos habitan estos animales microscópicos. Son capaces de morder a las larvas del mosquito y causarles severos daños que los debilitan hasta posteriormente provocarles la muerte. Con esta medida se reduce entre 85 y 99% de las larvas del mosquito causante del dengue.

A juzgar por su desempeño en estudios de laboratorio y de campo, este organismo tiene el mérito de ser considerado para su uso operativo en la regulación de las poblaciones de larvas de *Aedes*. Así también, podrían resultar útiles para una variedad de hábitats de reproducción de mosquitos y considerarlos como una perspectiva particularmente prometedora donde la fiebre del dengue es un problema.





CHIQUITOS O GRANDOTES



LAGOS O LAGUNAS

¿QUÉ DIFERENCIA EXISTE ENTRE
LOS LAGOS Y LAS LAGUNAS?

LOS LAGOS SON DE AGUA DULCE, SON MÁS GRANDES Y MÁS PROFUNDOS, ALREDEDOR DE MIL 600 METROS. LAS LAGUNAS SON POCO PROFUNDAS, NO MÁS DE 4 O 5 METROS Y PRESENTAN AGUA SALOBRE Y TIENEN ALGUNAS SALIDAS HACIA MARES O RÍOS.

EN LOS LAGOS EXISTEN VARIAS ESPECIES DE ANIMALES ACUÁTICOS: PECES DE DIFERENTES TAMAÑOS, FORMAS Y COLORES. ALGUNAS AVES COMO PATOS Y GARTAS AL IGUAL QUE INSECTOS COMO LIBÉLULAS, MARIPOSAS, ESCARABAJOS ACUÁTICOS Y MOSQUITOS. LOS CUALES SE REPRODUCEN ENTRE LA VEGETACIÓN: ASÍ COMO CARACOLES Y HASTA ALMEJAS DE AGUA DULCE, QUE VIVEN EN EL BARRO Y EN LAS PROFUNDIDADES.

Los Lagos

SON CUERPOS DE AGUA DULCE QUE SE PODRÍAN QUEDAR SIN AGUA PORQUE PUEDE SER ABSORBIDA POR LA TIERRA O EVAPORARSE.

EL LAGO MÁS GRANDE Y PROFUNDO DEL MUNDO ES EL BAIKAL QUE SE ENCUENTRA EN SIBERIA, RUSIA. SU ZONA MÁS PROFUNDA ES DE 1.642 M.

PARA QUE UN LAGO PUEDA PERMANECER CON AGUA POR MÁS TIEMPO TIENE QUE ALIMENTARSE DE AGUA DE LOS RÍOS CERCANOS O DEL AGUA QUE SE DEPOSITA GRACIAS A LA LLUVIA.

SECRETARÍA DE INNOVACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL ESTADO DE MORELOS

Editora: MCS Silvia Patricia Pérez Sabino / Coordinadora de Divulgación y Cultura Científico-Tecnológica

Iván I. Madrigal Munguía / Subdirector de Creación Visual

Pablo A. Peña Ojeda / Diseño e ilustración

www.hypatia.morelos.gob.mx • www.hypaclub.morelos.gob.mx

[www.facebook.com/Divulgación y Cultura Científico-Tecnológica](https://www.facebook.com/Divulgación%20y%20Cultura%20Científico-Tecnológica) • www.youtube.com/sicyt

AVALADO POR:

Dra. Patricia Trujillo Jiménez

Centro de Investigaciones Biológicas

de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos

¿Sabes qué es una laguna?

UNA LAGUNA ES UNA DE LAS TANTAS FORMAS ACUÍFERAS QUE PODEMOS ENCONTRAR EN NUESTRO PLANETA TIERRA.

LA LAGUNA, A DIFERENCIA DE LOS MARES O LOS RÍOS, ES UN ESPACIO ACUÁTICO NORMALMENTE CERRADO Y CON AGUA QUIETA O ESTANCADA.

LAS LAGUNAS SON CUERPOS DE AGUA QUE A VECES SE ENCUENTRAN EN CONTACTO CON EL OCEANO.

LAS LAGUNAS PUEDEN VARIAR EN SU TAMAÑO Y SON PARECIDAS EN ESTE SENTIDO A LOS LAGOS AUNQUE POR LO GENERAL PUEDEN SER MÁS PEQUEÑAS QUE ELLOS.

LAS LAGUNAS, ADEMÁS, SE CARACTERIZAN POR TENER AGUA SALOBRE. LO QUE SE QUIERE DECIR QUE SE MEZCLA AGUA DULCE Y SALADA, DEBIDO A QUE TIENEN UN APOORTE DE AGUA DULCE POR RÍOS, Y SALADA POR EL MAR, POR LO QUE SE LES DENOMINA: LAGUNAS COSTERAS.



MORELOS
PODER EJECUTIVO



Secretaría
de Innovación,
Ciencia y Tecnología



Proyecto apoyado por el FORDECyT



BACTERIÓFAGOS: DEVORADORES DE BACTERIAS

ARCHIVO VIROLOGÍA

Dr. Gabriel Rincón Enríquez / grincon@ciatej.mx

Dra. Evangelina Esmeralda Quiñones Aguilar / equinones@ciatej.mx
Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, Guadalajara, Jalisco, México.

Dr. Luis Guillermo Hernández Montiel / lhernandez@cibnor.mx
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, Baja California Sur, México.

Este año, se celebra el centenario de la histórica publicación realizada en 1917 por Félix d'Herelle, donde informó sobre el aislamiento de un microbio invisible con actividad letal contra bacterias al que nombró bacteriófago. En 1915, F. Twort había publicado un trabajo de temática similar pero con tres explicaciones diferentes y sin concluir con precisión en la hipótesis del virus de bacterias. Los bacteriófagos (figura 1), cuyo nombre significa “devoradores de bacterias”, son virus que se alimentan de ellas y las afectan mientras se reproducen hasta destruirlas. Por lo tanto, son considerados sus enemigos naturales y se pueden aprovechar para el control o erradicación de las enfermedades causadas por bacterias patógenas en seres humanos, plantas o animales. Su empleo también es útil en la industria alimentaria debido a que contribuyen al control de bacterias que afectan a lácteos o a carnes. Los bacteriófagos son excesivamente abundantes en la naturaleza y se encuentran en todos los ambientes donde hay bacterias.

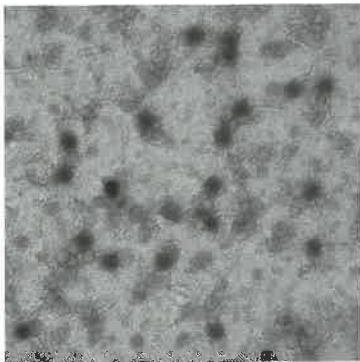


Figura 1. Vista general de bacteriófagos aislados de bacterias fitopatógenas que provocan la pudrición blanda del agave tequilero.

617C1-0-11E
Plate No: 39200A @ 31 mm
1:37 02/23/13
TDM Model: Imaging

100 µm
HYPERVIEW
Device No: 1090002

Algunos de los reservorios más abundantes en cuanto a diversidad de familias y tipos de bacteriófagos son el suelo y el mar. Sin embargo, cuando se quiere realizar una búsqueda de bacteriófagos específicos para el control de enfermedades causadas por bacterias, ya sea en plantas o en seres humanos, estos pueden aislarse a partir de algún lugar donde existan síntomas de la enfermedad o donde se sepa que hubo presencia de ella, por ejemplo, en suelos donde hay plantas enfermas o en el intestino humano.



Foto: Francisco Salas, Francisco Sciuto en Flickr

Históricamente, el control mediante bacteriófagos de enfermedades que afectan a los seres humanos (terapia fágica) data de un siglo. En esa época la terapia fágica tuvo gran auge y en la India fueron empleados con éxito por d'Herelle, quien utilizó cocteles a base de bacteriófagos para controlar la bacteria *Vibrio cholerae* causante del cólera.

Los bacteriófagos son específicos de su bacteria huésped, es decir, infectan y matan solo al género y especie para la cual fueron seleccionados, cualidad de mucha importancia al momento de utilizarlos ya sea como agentes de control de enfermedades en plantas o en la terapia fágica. Su obligada especificidad los hace inofensivos para las bacterias de tipo benéfico. Los bacteriófagos no están vivos debido a que para su reproducción necesitan de la maquinaria biosintética celular bacteriana, por lo tanto son considerados entidades biológicas dependientes de las bacterias, rasgo intrínseco que los hace acabar con ellas a favor de su reproducción. Esta situación pareciera paradójica ya que, si los bacteriófagos en beneficio de su multiplicación acaban con su bacteria huésped, la pregunta que surge es ¿Qué pasa entonces con ellos cuando ya no hay bacterias disponibles para que se sigan multiplicando? Pues bien, también se eliminan. Esto es un punto a favor para su empleo pues significa que se autorregulan y, una vez erradicada la enfermedad, los bacteriófagos que la aniquilaron también desaparecen.

El mecanismo por el cual matan a su bacteria huésped es la lisis (proceso de ruptura de la membrana bacteriana) que se lleva a cabo cuando el ciclo de reproducción del bacteriófago se ha cumplido. Si analizáramos brevemente sus características,



Foto: Brian Kingsley en Flickr

se concluye que pueden ser empleados para solucionar diversos problemas que las bacterias generan en distintos planos. Está documentado que los bacteriófagos pueden contribuir a la resolución de problemas en la industria alimentaria, si se emplean contra las bacterias que descomponen a los alimentos como los lácteos y carnes; también, para la desinfección de hospitales invadidos por determinados tipos de bacterias resistentes a múltiples antibióticos.

Actualmente, los bacteriófagos están en un periodo de esplendoroso apogeo, debido a sus múltiples aplicaciones tanto en la ciencia como en la tecnología, con enfoques que van desde el control de bacterias patógenas hasta su importancia como herramientas moleculares. Sin embargo, uno de los puntos considerado de mayor importancia actual es que la mayoría de las bacterias patógenas humanas han adquirido resistencia a los antibióticos, lo cual hace que algunas enfermedades sean muy difíciles y costosas de controlar. La búsqueda de antibióticos sigue en continuo avance. No obstante, la dificultad que representa el hallazgo de nuevas y potentes sustancias que puedan controlar a las bacterias resistentes es cada vez más complejo. Bajo este escenario, una de las ventajas a favor del desarrollo de tecnologías innovadoras para el control de bacterias patógenas se debe a su especificidad, lo cual significa que se podría desarrollar uno o varios tipos de formulaciones a base de bacteriófagos casi para cada tipo de bacteria patógena existente. Un ejemplo de estas aplicaciones es el control de enfermedades en las plantas, como las bacterias que provocan el tizón de halo en el frijol o la mancha bacteriana en el chile o el

jitomate, enfermedades que llega a provocar pérdidas de más del 70% en etapas de gran severidad. El empleo de bacteriófagos ha logrado controlar estas enfermedades en ensayos bajo invernadero realizados en el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), sugiriendo con ello su potencial para el control de este tipo de enfermedades de difícil manejo agrícola.



Foto: Louisa Howard

Foto: Louisa Howard



Foto: Roberto Verzo verzo en Flickr



Foto: Mandott mandott en Flickr

¿CUÁNTA ENERGÍA NOS LLEGA DEL SOL?

El Sol es la principal fuente de energía que recibe la Tierra en forma de radiación. La cantidad de energía solar que llega a nuestro planeta es importante en diversos procesos biológicos, físicos y químicos, como la fotosíntesis o el clima, esenciales para dar forma a la vida que conocemos. Hasta ahora sabemos la importancia que tiene la radiación solar para el planeta, pero ¿cómo medirla?, o ¿cómo saber cuánta radiación llega a cada lugar de nuestro país? Para responder a estas preguntas es necesario comprender cómo interactúa la radiación solar con la atmósfera.

La radiación solar entra en relación con la materia de distintas formas dependiendo de sus propiedades. De una manera muy general, la radiación puede ser absorbida (el cuerpo absorbe energía y como resultado se calienta), transmitida (parte de la radiación atraviesa el cuerpo, como en un vidrio), reflejada (la radiación cambia de sentido, como en un espejo) o refractada (la radiación cambia de dirección), como se observa en la figura 1.



Figura 1. La radiación solar puede ser transmitida, reflejada o refractada por un cuerpo.

En la atmósfera, además de los gases que la conforman como el oxígeno, nitrógeno o vapor de agua, están presentes partículas de polvo, contaminantes, aerosoles, dióxido de carbono, entre otros, que absorben, reflejan y refractan parte de la radiación solar.

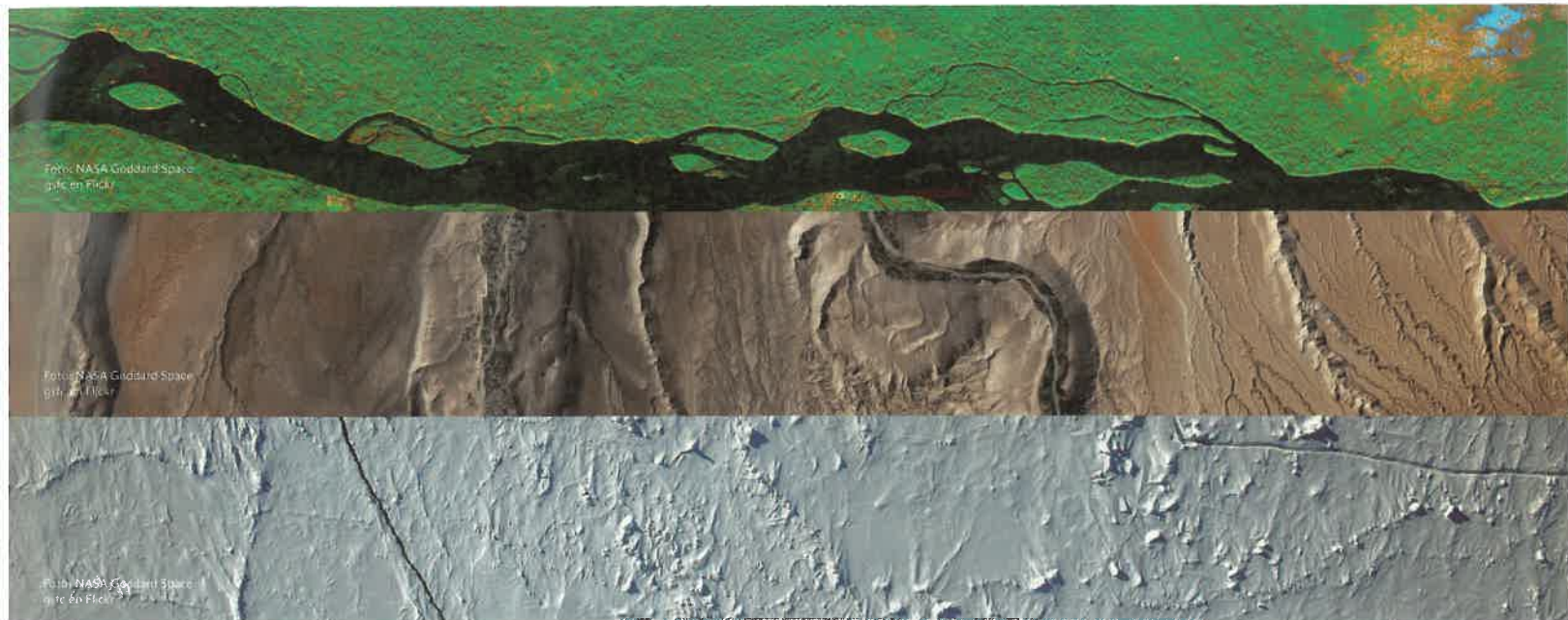
La cantidad de energía solar que recibe la Tierra fuera de su atmósfera se conoce como constante solar y tiene un valor de 1367 W/m^2 . De esta cantidad, solo una fracción llega a la superficie y depende de la composición de la atmósfera y los ecosistemas presentes, que varían de un lugar a otro. Por ejemplo, al igual que un vidrio bloquea parcialmente la radiación solar (como los cristales que muchos utilizamos en nuestros automóviles), la atmósfera deja pasar únicamente una fracción de la radiación incidente. Así tenemos que, para un día soleado en la región desértica de México, aproximadamente 85% de la radiación solar que incide fuera de la atmósfera llega a la superficie, mientras que, en un día lluvioso, únicamente llega 20%. De hecho, las nubes son la principal fuente de variación de la energía solar. Además, es importante mencionar que la energía solar que llega a la superficie terrestre varía a lo largo del año, teniendo el máximo en el mes de junio (cuando la Tierra está más cerca del Sol) y el mínimo en diciembre (cuando la Tierra está más lejos). La disminución de la radiación en diciembre respecto de la de junio puede ser de más de la mitad, dependiendo de la localidad.

Como se ha visto, la radiación solar que llega a la superficie varía de un sitio a otro y de un instante a otro (por ejemplo, por el paso de una nube), y por su importancia para el hombre es necesario medirla. La medición se lleva a cabo en estaciones solarimétricas y meteorológicas. Sin embargo, existen pocas estaciones en el país y se encuentran muy separadas entre sí, además de que su costo es elevado. Pero si no existen mediciones en muchos lugares, entonces ¿cómo saber cuánta energía solar llega allí?

Una posibilidad es determinar la composición de la atmósfera, lo cual no es una tarea sencilla ni barata. Si nosotros conocemos qué gases existen en la atmósfera en algún sitio, podemos utilizar esta información en fórmulas matemáticas existentes y estimar la radiación solar que incide en ese lugar.

registradas en un día nublado, como ocurre en lugares áridos o semiáridos como Torreón. Sin embargo, esta regla no aplica en climas tropicales como el de Cancún, en donde la vegetación es diferente y los cambios de temperatura se pueden asociar a otros factores. Para estos casos se podrían emplear modelos basados en una o más variables climatológicas. Por lo anterior, un modelo desarrollado para la Ciudad de México no necesariamente se puede utilizar en la ciudad de Cuernavaca y viceversa.

En conclusión, de la energía solar que llega a la Tierra fuera de su atmósfera (constante solar), únicamente una fracción llega a su superficie. La cantidad de radiación solar en alguna localidad depende de distintos factores como la composición de la atmósfera local, las condiciones climáticas,



La estimación de la radiación también se puede realizar con variables climatológicas como la temperatura, humedad relativa, entre otras. Esto es posible ya que dichas variables tienen una relación directa con la radiación, aunque no en la misma medida, ya que dependen de las condiciones locales, como el tipo de suelo, vegetación o altitud de la ciudad. El ejemplo más claro es la diferencia entre las temperaturas mínima y máxima diarias. Para todos nosotros es conocido que un día despejado es mucho más caluroso que uno nublado. Entonces, es de esperarse que en un día soleado se tengan temperaturas mayores a las

el día del año, la hora del día, el tipo de vegetación, entre otros. Debido a la importancia de la radiación solar para el ser humano en distintas formas, es necesario saber cuánta energía solar nos llega. Eso se puede hacer de manera directa, mediante equipos de medición especial como estaciones solarimétricas, o indirecta, determinando factores que modifican la radiación solar (composición de la atmósfera) o bien, variables que tienen una relación directa con la radiación y que son más fáciles de medir y menos costosas (como la diferencia de temperaturas).

NUEVAS VACUNAS CONTRA ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR GARRAPATAS EN EL GANADO

Las bacterias están dispersas en gran variedad de lugares en la naturaleza, y debido a esto, tanto el ser humano como los animales y plantas están en contacto con alguna o varias de ellas. Estos microorganismos pueden resultar benéficos, pero también patógenos en espera de algún organismo para infectar y desarrollarse en él. En este caso, los animales rumiantes como el ganado vacuno (vacas y toros) son fácilmente infectados por medio de la mordedura de las garrapatas que habitan en el campo.

Algunas de las bacterias que transmiten las garrapatas a los bovinos pueden provocar la enfermedad llamada anaplasmosis bovina, causante de la pérdida de peso, baja producción de leche, anemia, abortos y, en casos severos, la muerte. Si se tienen miles de cabezas de ganado el efecto de la enfermedad es todavía peor.

Ante este panorama, es necesaria la búsqueda de nuevas alternativas para prevenir estas enfermedades, las cuales permitan desarrollar mejores

En los últimos años, la Genómica, que es el estudio de la información contenida en el genoma de los organismos, se ha desarrollado considerablemente y se emplea con gran éxito en muchas áreas de investigación. Por ello, la veterinaria no podía ser la excepción.

En realidad, los estudios genómicos pueden aplicarse a cualquier microorganismo cuyo genoma se encuentre secuenciado. El proceso básico consiste en secuenciar el genoma, y determinar las proteínas codificadas.

Si se conoce la información genómica de un microorganismo, como la de aquellos que afectan la salud del ganado bovino, es posible analizar y evaluar el potencial de algunas de sus proteínas para ser utilizadas como vacunas. Es el caso de las toxinas y otras proteínas que pueden estar relacionadas con el proceso de infección de la bacteria, esto se logra mediante la anotación del genoma que consiste en determinar para qué codifica cada marco abierto de su lectura. Hay que imaginar en



Foto: John Tann
John Tann en Flickr

estrategias de salud como en el caso de las vacunas. Así como el hombre se vacuna contra ciertas bacterias y virus, en los animales resulta imprescindible.

El problema es que las bacterias patógenas poseen diversas estrategias de supervivencia, como la de crear múltiples variantes de proteínas que reconoce el sistema inmune del animal, lo cual permite evadirlo. En este caso, la vacuna no funciona en la prevención.

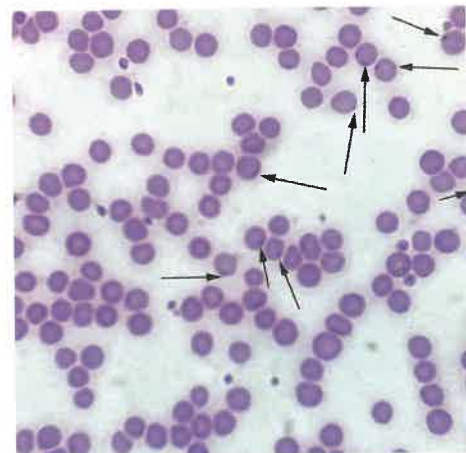


Figura 1. Eritrocitos infectados con *A. marginale*. Los puntos azules localizados en el margen de los eritrocitos corresponden a *A. marginale*. Unidad de Anaplasmosis, CENID-PAVET, INIFAP.

este momento la cantidad de información por analizar cuando se conoce la secuencia del genoma de una bacteria de interés, en nuestro caso, se trata de dos bacterias que afectan a los glóbulos rojos de la sangre de los bovinos, llamadas *Anaplasma marginale* y *Ca. Mycoplasma haemobos* (figura 1).

Si se compara el tamaño de su genoma de aproximadamente 1 millón 200 mil pares de bases, es como si se tuviera la información almacenada de 40 mil fotografías en una computadora.

Afortunadamente, esta gran cantidad de información puede ser manipulada en bases de datos y programas bioinformáticos que la procesan y la presentan visualmente de manera más entendible.

En este sentido, nuestras investigaciones se han enfocado en comparar los genomas (genómica comparativa) de bacterias como *Anaplasma marginale* provenientes de diferentes lugares de México, algunas más virulentas que otras, de tal forma que, si se lograran identificar proteínas específicas para cada tipo de bacteria, se obtendría la información de proteínas relacionadas con la patogenicidad de la bacteria (figura 2). En este estudio genómico se pretende identificar proteínas únicas, de acuerdo al origen geográfico, para utilizarse en el diseño y desarrollo de una vacuna contra la anaplasmosis.

El caso de *Ca. M. haemobos* INIFAP01 resulta muy interesante debido a que es una bacteria que no había sido reportada en México sino hasta julio

del año 2016, fecha en la cual la identificamos por métodos de biología molecular en diversas muestras de sangre de animales, y cuyo genoma se ha registrado en la base de datos GenBank. Nuestro interés se centra en conocer la información de su genoma y determinar si posee proteínas asociadas con la patogenicidad, así como conocer la manera en la que interactúa con las células del animal y otras bacterias asociadas a los glóbulos rojos.

El uso de la genómica en el sector pecuario ha tomado mayor importancia en los últimos años. Ello ha abierto el panorama para seguir explorando y descifrando la información que las bacterias guardan celosamente en su genoma.

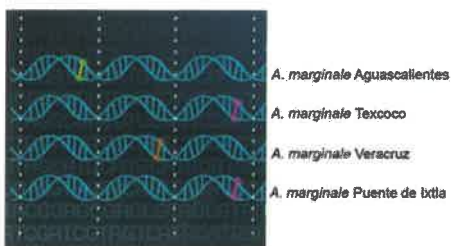


Figura 2. Representación de un alineamiento de genomas de *A. marginale* de distintos orígenes geográficos. Las diferencias a nivel de nucleótidos se presentan en colores.



Foto: AFPMB
afprmb en Flickr



Foto: Daniele Paccaloni
danielepaccaloni en Flickr

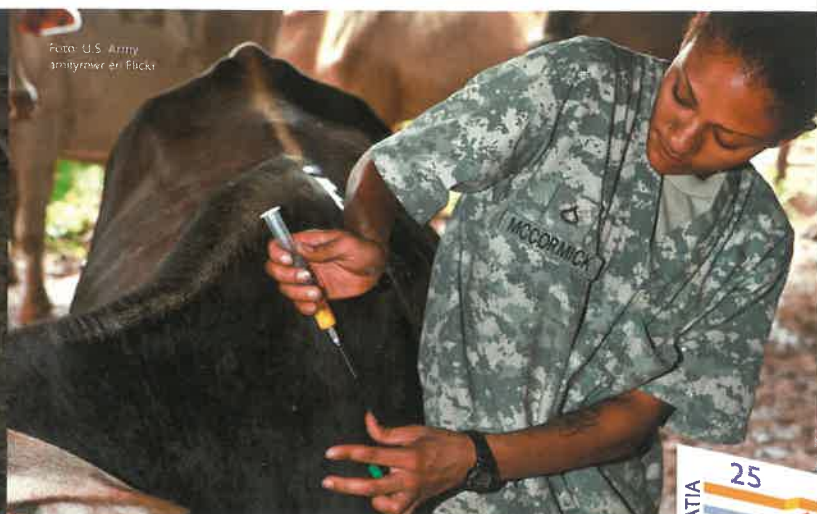


Foto: U.S. Army
ronnyrower en Flickr

¿ES LO MISMO ORGANISMOS TRANSGÉNICOS QUE ORGANISMOS MODIFICADOS GENÉTICAMENTE?

ARCHIVO BIOTECNOLOGÍA

Dr. Raúl Noguez Moreno / raullng55@hotmail.com

Instituto Nacional de Salud Pública / Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México, campus Morelos, Cuernavaca, Morelos, México.

Me he percatado que muchas personas usan de manera indistinta los términos organismos transgénicos y organismos modificados genéticamente (OMGs), por lo que haré algunas precisiones. En primer lugar, es importante entender que la unidad de información de los seres vivos es el gen. Este codifica en la secuencia de bases del ADN las características de los seres vivos. A veces un solo gen afecta una sola característica (herencia monogenética), otras veces, varias características (gen pleiotrópico) y en otras ocasiones muchos genes afectan una sola característica (herencia poligenética).

genética, la cual consiste en aislar los genes en un tubo de ensayo, modificarlos y combinarlos con interruptores de prendido y apagado que pueden responder a una señal o estímulo y ser activados en espacio y tiempo (etapa de desarrollo, órgano o tejido específico). La manipulación in vitro nos permite hacer copias y transferir genes de una especie a otra (de ahí el concepto de transgen) mediante diversos métodos. La expresión de transgen es posible gracias a que el código genético es universal, lo cual permite transferir y expresar los genes de una especie de planta a otra; de un especie de animal a otro, de una bacteria a una planta y en todas las direcciones posibles, mientras las técnicas específicas para transferencia en el organismo de interés estén bien desarrolladas.

No obstante, existe otra clase de manipulación genética en donde, como tal, no hay transferencia de genes. Esto es gracias a las nuevas tecnologías desarrolladas en los últimos años a las que denominan como edición de genomas. Esta se puede realizar a través de diversos sistemas, uno de los cuales es llamado CRISPR-CAS9 con el cual se pueden hacer modificaciones genéticas o ediciones de sus secuencias para cambiar las características fenotípicas (características visibles), sin introducir secuencias de ADN nuevas. Asimismo, esta tecnología facilita enormemente la posibilidad de introducir genes en diversos seres vivos (transgénesis), quitar genes o secuencias de ADN, o reescribirlas (edición de genomas). De acuerdo con lo anterior, todos los organismos genéticamente modificados son OMGs, sin embargo, no todos los OMGs son transgénicos, en virtud de que reciben o no ADN de otro organismo.

De tal modo que el conjunto de genes de un organismo determina la organización celular, el tamaño, la forma, el color, la fisiología y, en parte, el comportamiento, los seres vivos con secuencias de ADN virtualmente idénticas que comparten información genética a través de los procesos sexuales para generar descendencia, son considerados parte de una especie. Si cambiamos las secuencias de los genes o los transferimos entre las variedades o especies, podemos cambiar alguna de sus características.

En este sentido, podemos definir un organismo transgénico como aquel ser vivo que recibió un gen de otra especie a través de tecnología de ingeniería



OMG

Foto: Katie Auston
cresta en Flickr



Foto: Centro Internacional de Investigación Tropical
dan en Flickr

¿Son malos los transgénicos o los OMGs?

Los organismos transgénicos u OMGs no son malos desde un punto de vista abstracto, sino desde la perspectiva del transgen específico y el objetivo comercial. Hay múltiples ejemplos que muestran los beneficios de los OMGs para la humanidad en la medicina de patente: las diversas proteínas como factores de crecimiento y hormonas, anticuerpos para el uso del diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades (comercializados como anticuerpos, vacunas, hormonas, factores de crecimiento, entre otras). Las plantas transgénicas de tabaco que se usan para producir vacunas contra el virus del ébola, son un logro que permitió evitar una pandemia de esta terrible enfermedad de consecuencias fatales. Por otro lado, las plantas transgénicas de Monsanto tienen el gen que confiere la resistencia a glifosato (un herbicida). Este gen permite a la planta vivir en presencia del herbicida, por lo cual propicia una ventaja para la producción de maíz a corto plazo, ya que no se requieren labores de deshierbe; pero a la larga el glifosato provoca esterilidad del suelo al ser tóxico para algunos microorganismos, favoreciendo la pérdida de materia orgánica, y promoviendo un proceso de desertificación. Además, la compañía Monsanto gana doble al vender tanto la variedad de maíz transgénico como el herbicida.

El uso de glifosato es muy controvertido debido a que está prohibido en los países miembros de la Comunidad Económica Europea, mientras que en

Argentina se abrió una investigación para determinar su grado de toxicidad, a consecuencia de las denuncias hechas en la ciudad de Córdoba, en donde se detectó un incremento muy importante en los casos de cáncer y malformaciones congénitas. Por ello, en México se debe organizar un comité científico que determine si el glifosato debe o no ser prohibido. Independientemente de que la Organización Mundial de la Salud clasifica este compuesto como de baja toxicidad, la salud de los mexicanos debe ser salvaguardada a través de una legislación respaldada por resultados científicos. Así, el peligro de que esta clase de cultivo transgénico, sea teratógeno o carcinógeno, no reside en sí en el transgen, sino en el compuesto usado para seleccionarlo.

Otro problema que se podría presentar es el uso de transgenes de contención biológica, como los genes tipo terminator, para evitar que su banco de ADN transgénico “se clone y se hagan copias piratas”. Potencialmente, la contaminación vía polen, de este gen sobre cultivos aledaños, podría generar una disminución de la viabilidad de las semillas criollas o silvestres. No obstante, esta tecnología aún no ha sido incorporada a cultivares comerciales y tampoco está autorizada su venta. Fue por ello que Monsanto optó por proteger sus cultivares transgénicos a través de la firma de un contrato el cual compromete al consumidor a no guardar o vender las semillas de sus cosechas, evitando, de esta forma, la necesidad de uso del gen terminator.

En sí la estrategia de Monsanto es tener al productor cautivo: venderle insumos de su misma producción, con la posibilidad de demandar a aquel que tenga “transgenes de su propiedad” en los cultivos criollos (todo ello reflejado en el documental Food Inc.). De tal modo que el uso de esta tecnología para



Foto: Frédérique Voisin-Demery
Vialbost en Flickr



Foto: Centro Internacional de Agricultura Tropical
diat en Flickr

tener el monopolio de los granos y la manera de cómo se aplican impacta profundamente desde el punto de vista económico, social y ecológico. Por eso los transgénicos tipo Monsanto no son convenientes para una región en donde el origen y la diversidad de una especie de planta cultivada es nativa, como el caso de México con el maíz.

Es importante que el uso y patente de cada organismo transgénico deba ser analizado. En este sentido, La Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM) y la Academia Mexicana de Ciencias, a través de su comité de Biotecnología, ocupan un papel relevante para coordinar los debates científicos y públicos de las propuestas de cada organismo presentado como patente y su empleo. En respuesta, las instancias de gobierno correspondientes han creado la ley general de los organismos genéticamente modificados y constantemente se esfuerzan por establecer los mecanismos de vigilancia y protección del (germoplasma) banco de ADN de las especies nativas y cultivadas.

El mejoramiento mediante diversos procesos de transferencia de material genético de un organismo a otro es una tecnología que debemos utilizar, ya que puede mejorar diversos organismos para la producción de alimentos y fármacos, o crear plantas resistentes al frío, calor o sequía. Estos son problemas que se han acentuado en los últimos años debido al cambio climático. Además, existe suficiente conocimiento para producir plantas resistentes a plagas y enfermedades, lo cual evitaría el uso de pesticidas químicos con alto poder residual que causan daño en la salud al tratarse de cito-tóxicos, teratógenos y carcinógenos.

Es importante no caer en la desinformación ni satanizar las nuevas tecnologías sin entender su verdadero significado y sus alcances. De hacerlo cometeríamos un error grave como nación. Sin embargo, su empleo debe realizarse con un sentido de responsabilidad, favoreciendo el desarrollo de nuestro país y con el propósito de hacer un uso racional de los recursos naturales.



Foto: Centro Internacional de Agricultura Tropical
diat en Flickr

EL AGUA POTABLE Y EL CUIDADO PARA LA SALUD

El agua es un recurso natural muy fácil de contaminar. Por eso es necesario protegerla desde su fuente y controlar las sustancias que se vierten en ella. Además, si no se toman las debidas precauciones, el agua puede transportar gran cantidad de virus, bacterias y otras sustancias químicas tóxicas, todas ellas nocivas para la salud.

Cuando el agua se utiliza para beber, en actividades del hogar, para aseo o para preparación de alimentos, los cuerpos superficiales y subterráneos de agua se ensucian. Esto representa un riesgo para la salud, así como la contaminación ocasionada por las descargas de sustancias químicas tóxicas y los plaguicidas.

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) considera que, con acciones combinadas de saneamiento de agua e higiene, se puede reducir hasta el 80% de las enfermedades de origen hídrico, así

las manos no es una prioridad, lo cual aumenta la probabilidad de estas enfermedades.

El Banco Mundial indicó que, en el año 2001, 3.7% de las enfermedades en el mundo se debieron a la falta de agua limpia, saneamiento básico y hábitos de higiene adecuados. Por otra parte, el Informe Mundial de la Salud 2001 coincide con esta cifra, además de señalar que 4.3% de las enfermedades del mundo se deben a padecimientos diarreicos.

Entre las enfermedades que se pueden transmitir a través del agua están la tifoidea, la hepatitis y el cólera. Sin embargo, se estima que se pueden reducir hasta el 33% de las muertes si se cuenta con agua potable, higiene y saneamiento.

Si se consideran los gastos que representa la atención por enfermedades de origen hídrico, es más recomendable invertir en la dotación de agua



Foto: Bryan Thayer
bryanthayer en Flickr

como la tasa de mortalidad que en la mitad de los casos está relacionada con la diarrea.

Se estima que unas 842 mil personas mueren cada año de diarrea como consecuencia de la insalubridad del agua, por saneamiento insuficiente o por mala higiene en el lavado de las manos. De esta cifra, alrededor de 361 mil de los casos se trata de niños menores de 5 años de edad. En las poblaciones donde el agua es de difícil acceso, en muchas ocasiones, sus habitantes consideran que lavarse

potable que permita reducir dichas enfermedades y sus efectos adversos.

Existe diferencia entre los servicios públicos que se proporcionan en zonas rurales y los de zonas urbanas. En promedio la cobertura de agua potable en el país es de 89.2%, mientras que la de saneamiento representa 85.2%. Sin embargo, todavía existen aproximadamente 1.6 millones de personas sin acceso al agua potable y 7.2 millones que no cuentan con drenaje.



Foto: MAHM
MAHM en Flickr



Foto: Javier Távora
távora en Flickr

El suministro de estos servicios se relaciona directamente con las enfermedades infecciosas intestinales. Esto se puede observar en los estados de Chiapas, Guerrero y Oaxaca en donde, de acuerdo con información de la Organización Meteorológica Mundial y la Comisión Nacional del Agua, se cuenta con menor cobertura de los servicios de agua potable y drenaje, así como con mayor mortalidad por este tipo de enfermedades. Caso contrario sucede en Nuevo León, Aguascalientes y Coahuila. En México hay más cantidad de enfermos y personas que mueren por enfermedades transmitidas por el agua, que por no tener acceso a ella.

Es importante enseñar a la población no solo cuestiones técnicas y del uso eficiente del agua, no solamente a través de programas del sector salud orientados a disminuir enfermedades de origen hídrico en la población, sino también que el agua es un recurso indispensable para la vida, y que el uso que hagan de ella, para su higiene personal y de su medio, les permitirá una vida más saludable.

La cultura sobre el uso del agua debe ir de la mano con programas sobre salud pública que eleven el impacto de la información y sensibilización. Por ello es importante contar con una cultura

hídrica que permita a las personas conocer la importancia del agua potable y su relación estrecha con la higiene para el cuidado de la salud.

El control de la influencia en la salud a través de una cultura hídrica tiene que ser el objetivo de programas, planes y acciones normativas de las dependencias gubernamentales. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) establece, en su fascículo *Agua y Salud*, que la disponibilidad de agua de calidad es una condición indispensable para la propia vida y, más que cualquier otro factor, la calidad del agua condiciona la calidad de la vida.

Tomando en cuenta la relación existente entre el agua potable y el impacto en la salud pública para el bienestar de la población, es importante realizar acciones sobre la implementación de programas que incluyan ambos aspectos. Es decir, considerar planes de cultura hídrica que tengan impacto en la salud pública, y que giren permanentemente en torno a estrategias de desarrollo sustentable. Todos ellos acordes a la situación de cada localidad, sin dejar de lado el contexto global, el cual incluye aspectos como el cuidado de la calidad del agua y la higiene en el consumo de alimentos. Además deben participar todos los involucrados de la sociedad.



Foto: Centro Internacional de Agricultura Tropical
ciat en Flickr



Foto: Centro Internacional de Agricultura Tropical
ciat en Flickr

LOS GESTOS, UNA FORMA DE COMUNICACIÓN NATURAL CON LOS DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS

Las computadoras han facilitado muchas de las actividades que realizamos los seres humanos; sin embargo, su uso no ha sido siempre fácil. En sus inicios, la población no podía disponer de una computadora tan fácilmente como en estos días, esto debido a varias razones: por su alto costo, porque era necesario tener conocimientos especializados para poder operarlas, por su enorme tamaño y su difícil mantenimiento, etcétera. Por las razones antes mencionadas, solo se encontraban en los centros de investigación, dependencias de gobierno o en las grandes universidades. Al paso del tiempo, se fueron desarrollando técnicas y tecnologías que permitieron miniaturizar las computadoras y, así, la población en general pudo adquirir un equipo para uso personal. Además, con la integración de las interfaces gráficas y los dispositivos periféricos (*mouse* y teclado, principalmente) se simplificó la manera de interactuar con el *software*.

Con el fin de mejorar la comunicación entre las computadoras (o cualquier dispositivo electrónico) y los seres humanos, surge un concepto denominado Interacción Humano Computadora (HCI, por sus siglas en inglés) en donde se busca implementar nuevas formas de interacción, de tal manera que resulte más cómoda la comunicación y se minimice la complejidad en la manipulación del *software*.

Hay que mencionar que, en la actualidad, los seres humanos interactuamos no solo con las computadoras sino también con diversos aparatos electrónicos, los llamados dispositivos inteligentes: los *smartphone*, tabletas, televisores, electrodomésticos, entre muchos más. Todos los anteriores cuentan con *softwares* que permiten interactuar con las características particulares de cada uno de ellos, por lo que, las compañías y fabricantes privilegiaban que la comunicación entre el dispositivo y el usuario sea lo más cómoda posible.

Como consecuencia de lo anterior, los sistemas de interacción humano-computadora se están convirtiendo en medios fundamentales para poder relacionarse con el *hardware* y *software* de los dispositivos electrónicos. Es decir, ya no solo basta ingresar las órdenes mediante el teclado o el *mouse*, sino que se

desarrollan tecnologías en donde la interacción se realiza mediante partes del cuerpo. Por ejemplo, se pueden utilizar las manos, los ojos, los dedos, los pies o la cabeza, todo esto con el fin de poder mejorar la experiencia del usuario con los dispositivos.

Una forma cómoda y natural de establecer una comunicación con los dispositivos electrónicos es mediante los gestos. Los gestos, según la Real Academia Española, “son movimientos del rostro, de las manos o de otra parte del cuerpo, con que se expresan afectos o se transmiten mensajes”. Es decir, son esos movimientos que realizamos los seres humanos que representan en ocasiones palabras, de tal manera que no es necesario decirlas de viva voz para poder interpretarlas; como ejemplo, el “adiós”, en México se realiza levantando ligeramente el brazo y agitando la mano en movimientos de izquierda-derecha.

Aunque los gestos son en ocasiones distintos en algunas culturas, es claro que no se necesitan decir palabras para interpretarlos. En estos tiempos, los grandes fabricantes de tecnologías están aprovechando los gestos para facilitar el uso del *software* de los dispositivos. Algunos de ellos son: GMD *GestureControl* para dispositivos Android desarrollada por Google, en donde se puede establecer un



Foto: Soupmeister
soupmeister en Flickr

Foto: Apple



Foto: CominScope
cominscope en Flickr

gesto particular para cada aplicación dibujándolo con los dedos en una pantalla; Motorola, con sus *Acciones Moto* que permite activar, por ejemplo, la linterna agitando dos veces el dispositivo o girar para activar la cámara instantánea. Los fabricantes Samsung y LG también han implementado los gestos en sus televisores; por un lado, los *SmartTV* de Samsung, en sus series 7 mil y 8 mil, integraban la interacción mediante el control de voz y de gestos, lo cual permitía realizar acciones como encender la televisión, subir volumen, bajarlo o ir pasando fotografías en pantalla.

Por otro lado, los gestos no solo se han aplicado en los teléfonos inteligentes o televisores, sino que también se han implementado en la industria automotriz, como Volkswagen, que incluye en algunos de sus vehículos el reconocimiento de gestos en su sistema multimedia para permitir al usuario subir o bajar el volumen, o bien, cambiar de estación de radio utilizando movimientos de la mano.

En cierta medida, los gestos permiten a los usuarios finales la interacción con el *software* o *hardware* utilizando partes del cuerpo. Los fabricantes están implementándolos en algunos de sus productos, sin embargo, el usuario final siempre será quien marque la pauta de su éxito.

Las universidades y los centros de investigación en México deben estar involucrados en el desarrollo de nuevas tecnologías y vincularse con los grandes fabricantes, de tal manera que se generen nuevas aplicaciones utilizando el reconocimiento de gestos. La oportunidad y el reto son grandes. Si no nos atrevemos a desarrollar nuestras propias ideas, seguiremos consumiendo tecnología, y no creándola.



Foto: Ryan Morse
Ryan Morse en Flickr

Foto: CominScope
cominscope en Flickr

Foto: CA1NR
ca1nr en Flickr

MANIPULANDO EL COMPORTAMIENTO DE LOS INSECTOS PLAGA

La etología es el estudio del comportamiento de los animales en su medio natural; se basa en la capacidad que tienen los organismos para responder a ciertos estímulos de su entorno. Por ejemplo, el vuelo de orientación de algunos insectos hacia un estímulo, que pueden ser el alimento o la pareja. Estos conocimientos se pueden utilizar para manipular el comportamiento de los insectos plaga con el fin de proteger los cultivos agrícolas.

Generalmente, las plagas de insectos se combaten con insecticidas químicos, los cuales provocan efectos nocivos en el medio ambiente y problemas de salud en los humanos; además causan resistencia en las plagas, lo que provoca la necesidad de utilizar químicos cada vez más fuertes

de atraer al sexo opuesto para la cópula; las feromonas de agregación pueden atraer tanto a hembras como a machos.

Los compuestos que presentan las feromonas de los insectos, después de ser identificados químicamente, son sintetizados y se utilizan para atraer a los de su misma especie y capturarlos en trampas para mantener controlada la plaga. Otra función de ellas consiste en monitorear el arribo de las primeras poblaciones a los cultivos para implementar alguna medida agroecológica para el manejo de la plaga. Una ventaja de utilizar las feromonas es que son altamente específicas de cada especie, de tal manera que aseguran capturar solamente al organismo causante del problema.

Foto: Jan Smetlik
www.flickr.com



y en mayores dosis. Esto daña por supuesto la fauna benéfica como los depredadores, parasitoides y polinizadores. Por lo tanto, es importante encontrar alternativas de manejo para los insectos plaga que sean amigables con el medio ambiente.

El control etológico es una alternativa que puede ser aplicada en un manejo integrado de plagas para disminuir el daño a los cultivos. Desde el punto de vista práctico, las aplicaciones de este tipo de control incluyen el uso de repelentes (inhibidores de alimentación o sustancias diversas con efectos similares) o bien, el uso de trampas combinadas con atrayentes (feromonas, cebos alimenticios, luz).

Una feromona es un conjunto de compuestos químicos liberados por un organismo que pueden atraer o repeler a otro de su misma especie. Estos pueden ser sexuales, que cumplen con la función

Otros factores que influyen en la respuesta del insecto y que pueden utilizarse en las trampas, son colores, luz o atrayentes alimenticios. El diseño de la trampa depende de los hábitos del insecto. Por ejemplo, las trampas pegajosas para la mosquita blanca y los trips; así como las trampas de agua para los pulgones basados en la atracción que estos insectos tienen por el color amarillo y empleadas de manera eficaz para la captura de estas plagas (figura 1, pág. 34). Las trampas de luz se han utilizado con éxito para la captura masiva de palomillas y escarabajos, están basadas en el espectro de luz percibido por los ojos de los insectos que va de los 350 nanómetros del infrarrojo hasta los 650 del ultravioleta.

Por ejemplo, para el escarabajo japonés, un insecto que se alimenta de las rosas, las vides, el maíz y diferentes plantas frutales, se utiliza una combina-

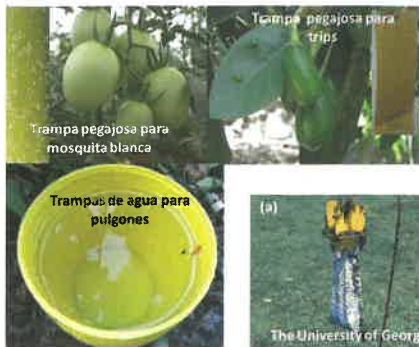


Figura 1. Trampas pegajosas para la captura de la mosquita blanca y para los trips y trampa de agua para la captura de pulgones.

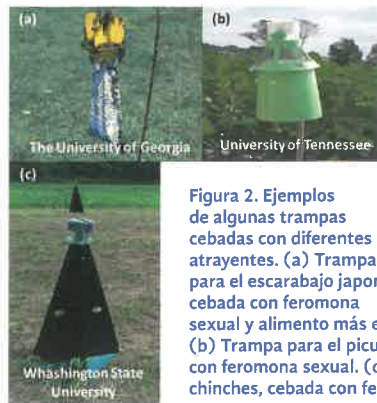


Figura 2. Ejemplos de algunas trampas cebadas con diferentes atrayentes. (a) Trampa para el escarabajo japonés, cebada con feromona sexual y alimento más el color blanco de la trampa. (b) Trampa para el picudo del algodón, cebada con feromona sexual. (c) Trampa piramidal para chinches, cebada con feromona de agregación.



Figura 3. Trampas de luz para la captura de diferentes insectos nocturnos en cultivos de jatrofa en Yautepec, Morelos. (a) Trampa de luz blanca. (b) Trampa de luz negra. (c) Trampa amarilla pegajosa para capturar insectos diurnos.



Figura 4. (a) Prototipo de la trampa tipo piramidal que será evaluada en campo para la captura de chinches patas de hoja. (b) La chinche patas de hoja sobre frutos dañados de *Jatropha*.

ción de la feromona sexual que atrae a los machos además de un cebo alimenticio que predominantemente atrae a las hembras. Los estímulos visuales también son importantes, por ello se emplean por lo general trampas de color blanco. Las feromonas de agregación atraen a machos y hembras del picudo del algodón. Para la chinche marmoleada, una especie que se alimenta de varios cultivos de importancia económica (cítricos, manzana, pèrsimo), se han evaluado trampas cebadas con una feromona de agregación, y el diseño de una trampa piramidal fue el que capturó más chinches (figura 2).

En el Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CEPROBI) del Instituto Politécnico Nacional, a nivel de campo se evalúan trampas de luz con diferentes longitudes de onda para la captura de insectos nocturnos, y trampas amarillas pegajosas para la de insectos diurnos, con el fin de determinar cuáles están asociados al cultivo de jatrofa, una planta utilizada para la producción de biodiesel (figura 3).

En el Laboratorio de Ecología Química de Insectos del Departamento de Interacciones Planta-Insecto del CEPROBI se realizan bioensayos a nivel de laboratorio orientados a determinar la preferencia de colores. De igual manera, se evalúan los compuestos atrayentes sexuales o de agregación para la chinche patas de hoja, una especie que se alimenta de varios cultivos de importancia económica. En campo, se determina la combinación de qué tipo, color y forma de trampa son más efectivas para la captura de este insecto (figura 4). El uso de estas trampas con atrayentes específicos podrá contribuir como alternativa para el manejo agroecológico de esta chinche.



Foto: Wade Tregaskis wadetregaskis en Flickr



Foto: Bernad Ruefle bernad_ruefle en Flickr



Fuente: iudobon.org

- **Propiedad Intelectual**
- **Transferencia Tecnológica**
- **Incubadora de Alta Tecnología**

Contacto: 9:00 - 17:00 h

Autopista México / Acapulco km 112
Fraccionamiento Santa Fe,
Xochitepec, Morelos,
Parque Científico y Tecnológico
Innovacyt

La innovación y transferencia tecnológica son
las herramientas para el desarrollo sustentable.
www.cemitt.net / cemitt@cemitt.net



Nicolás Copérnico y el sol en el centro



que afirmaba que el Sol se encontraba en el centro de la Tierra, que giraba una vez cada año una vuelta alrededor de él. Este sistema recibió el nombre de heliocéntrico o sistema geocéntrico.

La teoría de Copérnico estableció que la Tierra giraba sobre sí misma una vez cada día y una vez cada año daba una vuelta completa sobre su eje (como un trompo) y una vez cada año daba una vuelta completa alrededor del Sol. Este sistema recibió el nombre de heliocéntrico o sistema geocéntrico.

Hypa CLUB

WWW.HYPA.CLUB.MORELOS.GOB.MX



EXPRECIENCIA
¿QUIEN DIJO?
SORPRENDETE
EXPERIMENTA
MINIREPORTAJES
HEROES DE LA CIENCIA



MUSEO DE CIENCIAS DE MORELOS

CASA DE LA TIERRA

Atención de martes a viernes:
9:00-17:00 h

Sábados, domingos y días festivos:
10:00-17:00 h

Informes al (52) 777 3123979 ext. 8

MUSEOCIENCIASMOR

Museo de Ciencias de Morelos

CASA DE LA TIERRA



Museo de Ciencias de Morelos



Av. Atlacomulco núm. 13
Esquina calle la ronda, col. Acapantzingo.
Interior del Parque San Miguel Acapantzingo
Cuernavaca, Morelos, México. C.P. 62440

Hypatia en el catálogo de

latindex

latindex.org

