



bum



Boletín de la UNAM
Campus Morelia
No. 83 · Ene./Feb. 2020

ARTÍCULO

ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO EN MATERIALES SÓLIDOS

Dra. Karina Suárez Alcántara
Unidad Morelia del Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM

Dentro de la investigación que busca generar energía sustentable, el uso del hidrógeno ocupa un papel relevante por su importancia y características como generador de electricidad cuando se le utiliza en las pilas (o celdas) de combustible. El gran mercado que se prevé para las pilas de combustible y el hidrógeno son los automóviles. Los automóviles a hidrógeno son fundamentalmente de cero emisiones contaminantes. Sin embargo, así como hoy en día se utilizan tanques de gasolina para almacenar y utilizar el combustible de forma controlada para accionar el automóvil, en un futuro muy cercano será necesario crear un sistema de almacenamiento similar para el hidrógeno a bordo. El almace-

namiento de hidrógeno es un proceso complejo, limitado por la química, cinética y termodinámica de los materiales, aquí lo explicamos brevemente.

EL PASO PREVIO

El hidrógeno (H_2) producido por cualquier método debe ser primero purificado. El proceso de purificación es específico de acuerdo con el método de producción. Por ejemplo, la producción de H_2 por electrólisis de agua deja rastros de humedad, mientras que la producción de H_2 por reformado catalítico deja rastros de gas metano (CH_4). Esos compuestos pueden oxidar, desactivar o envenenar a los materiales almacenadores de hidrógeno o la pila de combustible, por lo que es de suma importancia eliminarlos.

CONTENIDO

ARTÍCULO

ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO EN MATERIALES SÓLIDOS 1

GRAN ANGULAR

LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA EN EL INSTITUTO DE RADIOASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA 4

ESTUDIANTES

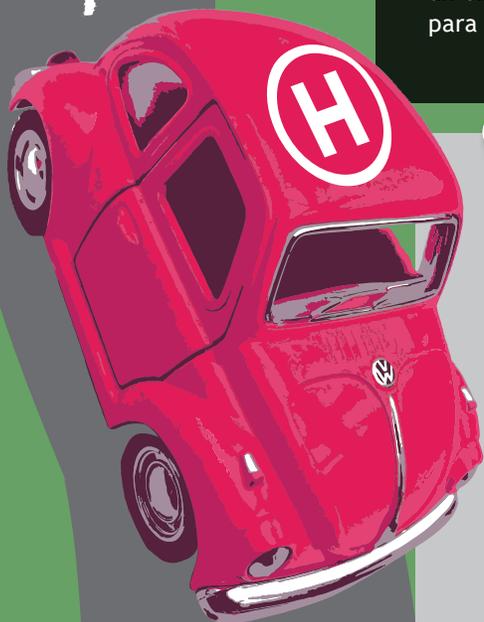
¿QUÉ TAN EFICIENTE ES EL USO DEL FÓSFORO EN LA AGRICULTURA? 5

BREVES DEL CAMPUS 6

PARA CONOCER MÁS 8

LIBROS

CRÓNICA DE LA CERVEZA TIBIA EN UN MUNDO DESESPERADO 8



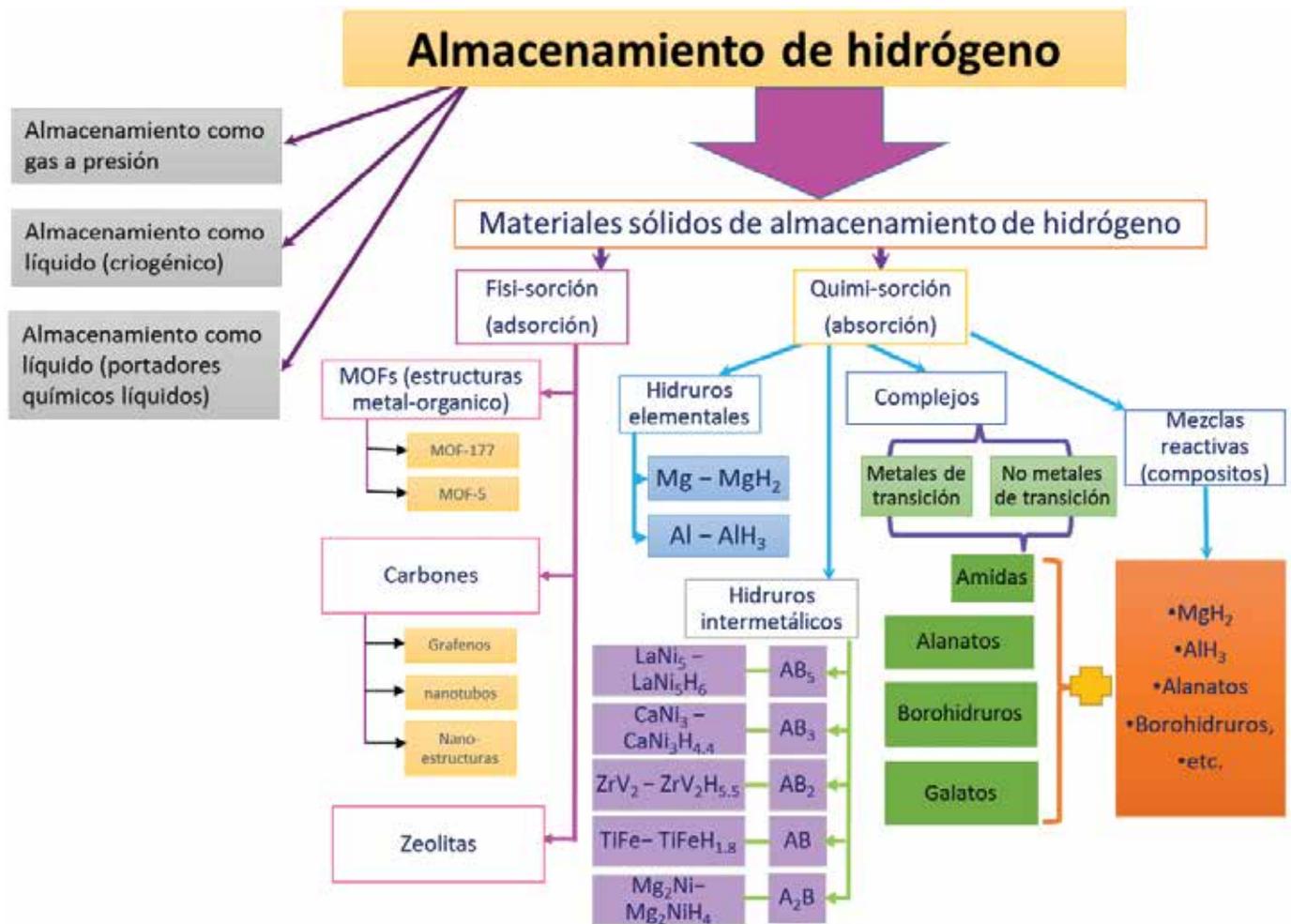


FIGURA 1. ESQUEMA GENERAL DE LOS MATERIALES DE ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO. IMAGEN: KARINA SUÁREZ ALCÁNTARA.

EL ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO

Existen tres modos de almacenamiento de hidrógeno: i) gaseoso, ii) líquido, o iii) adsorbido o formando parte de materiales en estado sólido. El almacenamiento de hidrógeno en forma de gas es poco eficiente; esto es debido a que el hidrógeno es un gas poco denso que requiere una gran presión de compresión para aumentar su densidad hasta un valor aceptablemente alto. La presión de compresión del hidrógeno para los automóviles a hidrógeno con almacenamiento gaseoso es del orden de 700 atmósferas. Si lo comparamos con otros

sistemas presurizados, esto resulta muy alto (por ejemplo, la presión en los tanques comerciales usados en el laboratorio para almacenar otros gases es de aproximadamente 100-200 atmósferas). Aunque ya existen automóviles a hidrógeno que usan este tipo de almacenamiento a bordo, el uso de altas presiones puede ser peligroso.

En el almacenamiento líquido es necesario enfriar el hidrógeno. El principal problema de este método de almacenamiento es que todo el tiempo se debe mantener frío el sistema de almacenamiento a 20K o -253°C. Esto requiere de mucha energía. Este tipo de almacenamien-

DIRECTORIO



Universidad Nacional Autónoma de México

UNAM

RECTOR
DR. ENRIQUE GRAUE WIECHERS

SECRETARIO GENERAL
DR. LEONARDO LOMELI VANEGAS

SECRETARIO ADMINISTRATIVO
DR. LUIS AGUSTÍN ÁLVAREZ ICAZA LONGORÍA

ABOGADA GENERAL
DRA. MÓNICA GONZÁLEZ CONTRÓ

COORDINADOR DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
DR. WILLIAM LEE ALARDIN

CAMPUS MORELIA

CONSEJO DE DIRECCIÓN
DR. ABEL CASTORENA MARTÍNEZ
DR. AVTANDIL GOGICHAISHVILI
DRA. DIANA TAMARA MARTÍNEZ RUIZ
DRA. MARÍA ANA BEATRIZ MASERA CERUTTI
DR. DIEGO PÉREZ SALICRUP
DR. JOEL VARGAS ORTEGA
DR. ANTONIO VIEYRA MEDRANO
DR. LUIS ALBERTO ZAPATA GONZÁLEZ

COORDINADOR DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS
LIC. CLAUDIA LENINA SÁNCHEZ HERNÁNDEZ

JEFE UNIDAD DE VINCULACIÓN
F. M. RUBÉN LARIOS GONZÁLEZ

CONSEJO EDITORIAL
DRA. YESENIA ARREDONDO LEÓN
LIC. RODRIGO DE LEÓN GIRÓN
MTRA. LENNY GARCIDUEÑAS HUERTA
MTRA. DANIELA LÓPEZ
DR. RIGOBERTO LÓPEZ JUÁREZ
DR. JUAN CARLOS MORA CHAPARRO
C. M. D. I. ADRIÁN OROZCO GUTIÉRREZ
DR. EDGARDO ROLDÁN PENSADO
M. EN C. LEONOR SOLÍS ROJAS
DR. JESÚS ALBERTO TOALÁ SANZ

EDICIÓN
ROLANDO PRADO ARANGUA

CONTENIDOS
MTRA. LAURA SILLAS RAMÍREZ

DISEÑO Y FORMACIÓN
ROLANDO PRADO ARANGUA

BUM BOLETÍN DE LA UNAM CAMPUS MORELIA ES UNA PUBLICACIÓN EDITADA POR LA UNIDAD DE VINCULACIÓN DEL CAMPUS DIRECCIÓN U.N.A.M. CAMPUS MORELIA: ANTIGUA CARRETERA A PATZCUARO NO. 8701 COL. EX-HACIENDA DE SAN JOSÉ DE LA HUERTA C.P. 58190 MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO
TELÉFONO UNIDAD DE VINCULACIÓN: (443) 322-38-62
CORREOS ELECTRÓNICOS: vinculation@csam.unam.mx
PÁGINA DE INTERNET: <http://www.morelia.unam.mx/vinculation/>

to es adecuado para grandes sistemas de almacenamiento, como los depósitos industriales, pero no es adecuado para usuarios finales o a escala pequeña. Otro tipo de almacenamiento líquido es el químico; en este tipo de almacenamiento el hidrógeno forma parte de un líquido orgánico, como el benceno (cicloalquenos en general). Mediante la temperatura, la presión y el catalizador adecuado, ese líquido liberará el hidrógeno, formando un cicloalcano. Este complejo proceso se debería realizar a bordo del automóvil, por lo que en la práctica no es viable.

ALMACENAMIENTO EN SISTEMAS SÓLIDOS

La tercera opción es el almacenamiento de hidrógeno en estado sólido, esta opción probablemente sea la más viable en el largo plazo. Aquí el término "sólido" se refiere al uso de materiales sólidos en los cuales el hidrógeno se integra superficialmente, o bien, como parte de un compuesto. Existen diversos materiales (Figura 1), aunque a la fecha ninguno de estos representa una solución completa. Los materiales de almacenamiento de hidrógeno deben tener una alta capacidad de almacenamiento, superior al 6 por ciento peso; ser reversibles en los procesos de captura y liberación de hidrógeno; operar a temperaturas y presiones compatibles con la pila de combustible (de temperatura ambiente a -80°C y aproximadamente de 2 a 5 atmósferas para la liberación de hidrógeno); y almacenar hidrógeno a presiones menores de 100 atmósferas (usualmente 50 atmósferas).

De tiempo en tiempo, el Departamento de Energía de los Estados Unidos actualiza las características necesarias para un material de almacenamiento de hidrógeno. En particular, en lo que se refiere al almacenamiento de hidrógeno en automóviles, pues los requisitos para el almacenamiento para sistemas estacionarios son más flexibles.

Los materiales de adsorción de hidrógeno normalmente operan a temperaturas muy bajas, de alrededor de -196°C . Esto es debido a la termodinámica (entalpía, 5-10 kJ/mol H_2) de las interacciones de la molécula del hidrógeno y de los materiales adsorbedores. Cálculos teóricos indican que se debe inventar, sintetizar o descubrir un material que tenga una entalpía de adsorción de 15 kJ/mol H_2 para que la adsorción de hidrógeno ocurra a temperatura ambiente.

En los materiales de absorción de hidrógeno se forman enlaces con el hidrógeno atómico. Cinéticamente este proceso es más complejo ya que involucra la ruptura del enlace H-H, la adsorción y difusión de los átomos de H, seguido de la nucleación y crecimiento de los compuestos hidrogenados. En este punto, cabe mencionar que existen diversos materiales de almacenamiento de hidrógeno por absorción, desde los hidruros simples como el hidruro de magnesio (MgH_2) o el hidruro de aluminio (AlH_3), hasta los hidruros complejos como los alanatos y borohidruros, finalizando

con las mezclas (también llamados compósitos) de todos los materiales anteriores. En los materiales de absorción de hidrógeno, la presión y temperatura de liberación de hidrógeno está fundamentalmente vinculada a la entalpía de formación que, a su vez,

está vinculada a la fuerza de enlace con el hidrógeno. Estudios teóricos indican que es necesario una entalpía de formación (o de dehidrogenación) de 25-50 kJ/mol H_2 . Lograr este valor de entalpía es complicado; para lograrlo, se están desarrollando estrategias como la formación de compósitos, sinterizar material con dobles o triples cationes, sustituir algunos iones, formar aleaciones metaestables, etcétera.

Una de las familias de materiales más prometedoras es la de los materiales complejos y sus compósitos. Los materiales complejos representativos son el borohidruro de litio (LiBH_4) y el alanato de sodio (NaAlH_4). Para empezar, diremos que se les dio este nombre debido a que inicialmente, en la década de 1950, no se entendía su estequiometría, modo de enlace y estructura. Ahora sabemos que el enlace B-H o Al-H es de tipo covalente y que estructuralmente forma tetraedros. A su vez, el tetraedro de $[\text{BH}_4]^{-1}$ o $[\text{AlH}_4]^{-1}$ se enlaza de forma iónica con el contra ion, Li o Na (Figura 2). Otros alanatos -por ejemplo, los alanatos de metales de transición o de lantánidos y actínidos- pueden ser de interés como materiales de almacenamiento de hidrógeno. Estos ma-

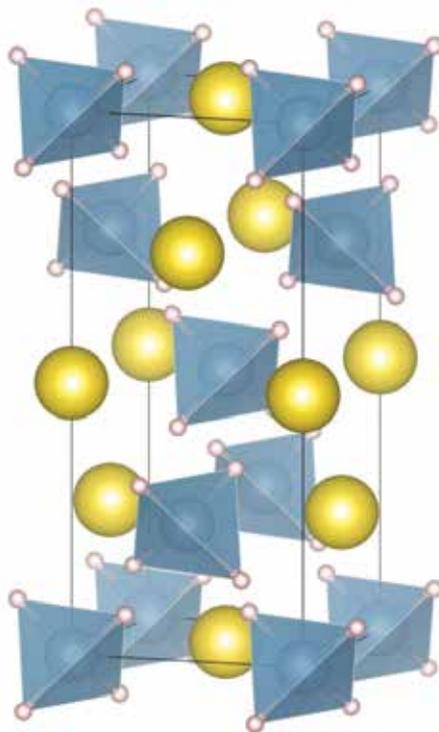


FIGURA 2. ESTRUCTURA DEL NaAlH_4 . TETRAEDROS DE $[\text{AlH}_4]^{-1}$; LOS ÁTOMOS DE H ESTÁN A LAS ESQUINAS DE LOS TETRAEDROS, EL AL SE ENCUENTRA EN EL CENTRO DEL TETRAEDRO. ESFERAS AMARILLAS: ÁTOMOS DE NA. IMAGEN: KARINA SUÁREZ ALCÁNTARA.

teriales presentan estructuras más complejas formando tetraedros u octaedros que comparten esquinas. Estos materiales han sido poco explorados, pero vale la pena estudiarlos.

Otra forma de llegar a la entalpía objetivo es la formación de compósitos o mezclas de los materiales presentados en la Figura 1. Durante de reacción de dehidrogenación (liberación de hidrógeno), dos diferentes materiales reaccionan entre sí modificando la ruta de dehidrogenación en comparación con los materiales individuales. Las posibilidades de materiales, mezclas o catalizadores son casi infinitas. Es por ello que, aunque a la fecha no se ha solucionado el problema del almacenamiento de hidrógeno, se espera que en algún punto en el futuro sí se pueda solucionar. Lo anterior repercutiría en la comercialización a gran escala de automóviles a hidrógeno y una drástica disminución de gases de efecto invernadero y contaminación ambiental asociada. **lmm**

PARA LEER MÁS:

Pilas de combustible: piezas de un futuro limpio. Karina Suárez Alcántara. Vol. 62 Num.2 Abril-Junio 2011. Sección de ediciones anteriores en la página de internet de la revista Ciencia Revista de la Academia Mexicana de Ciencias: <https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/>

LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA EN EL INSTITUTO DE RADIOASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA

Entrevista por Laura Sillas

LA DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA ES UNA DE LAS OPORTUNIDADES QUE TIENEN LOS CIENTÍFICOS PARA QUE EL PÚBLICO EN GENERAL CONOZCA SU TRABAJO, es una labor que implica un compromiso por socializar la ciencia con un público no especializado. Para llevarla a cabo se tiene que enfrentar a un gran reto, en el Instituto de Radioastronomía y Astrofísica (IRYA) de la UNAM Campus Morelia, es uno de los desafíos que han asumido desde sus inicios.

El Dr. René A. Ortega Minakata, técnico académico responsable del área de Divulgación y Comunicación de la Ciencia del IRYA, señala que el objetivo del área de divulgación es acercar el trabajo que se realiza en el Instituto con el público en general. Esto se hace por medio de diversos programas, como son visitas escolares de grupos que acuden al campus o bien los divulgadores asisten a las escuelas, cursos de capacitación, ciclos de charlas y actividades especiales para conmemorar celebraciones relacionadas con la ciencia. Por otro lado también se establece un enlace con los medios de comunicación cuando se trata de temas relacionados con la astronomía.

Con la labor que realizan se pretende contribuir a generar una cultura científica y astronómica entre la sociedad. “Una sociedad mejor informada es una sociedad que toma mejores decisiones y la información no sólo es cantidad de conocimiento, es conocimiento basado en evidencias; de ahí el término de cultura científica. Esto se genera desde muchas trincheras y la astronomía es una trinchera noble; a la gente le interesa”, comenta el divulgador.

El Dr. René Ortega Minakata es Doctor en Ciencias (Astrofísica) por la Universidad de Guanajuato y se incorporó al IRYA en septiembre de 2019. Entre sus proyectos de trabajo destacan: fomentar la inclusión de diversas personas en las actividades consolidadas del Instituto; la ampliación de la cobertura en Michoacán por medio de visitas al interior del estado y de invitación a las comunidades fuera de Morelia para visitar el campus, así como con la extensión del número de sedes de la Noche de las Estrellas en el estado; y finalmente, la diversificación del contenido en las redes sociales.

Considera que las redes sociales se han convertido en el medio de comunicación principal del IRYA con el público, ya que la mayor parte de las personas que conocen su trabajo y se enteran de sus actividades, lo hacen a través de dicho medio, “por ello se preparan contenidos propios que tienen que ver con noticias astronómicas, pero también con el trabajo que realiza el Instituto, y se trabaja en diversificar el formato para hacerlo más accesible; es decir principalmente video, imagen e infografía, para poder llegar a las nuevas generaciones y generar contenidos para ese sector”, explica el Dr. Ortega Minakata.

Uno de los programas destacados del IRYA es el ciclo de charlas de divulgación “Viernes de Astronomía”, este año cumple diez años de realizarse, y para celebrarlo se han organizado actividades especiales, como la presentación de diez charlas al año, en lugar de nueve

como se había hecho en años anteriores. El tema general para este aniversario es los avances de la astronomía en los últimos diez años.

Cabe destacar que las charlas tienen la intención de acercar a la sociedad al espacio físico que ocupa la UNAM en Morelia, con la participación de los astrónomos que forman parte de dicha entidad académica, así como de invitados nacionales e internacionales. A lo largo de este tiempo los astrónomos del IRYA y de diferentes partes del país han ofrecido más de 60 charlas.

Como parte de las actividades para el presente año, el área de Divulgación y Comunicación de la Ciencia del IRYA continuará con el ciclo de diez pláticas públicas en Pátzcuaro, en el foro La Jacaranda Cultural, tituladas “Astronomía en la Jacaranda”. Desde hace año y medio, el ciclo es organizado por el investigador del IRYA Dr. Jesús Toalá Sanz, y a partir de noviembre lo asumió el área de Divulgación en colaboración con el Dr. Jesús.

Al ser la inclusión y la diversidad uno de los objetivos a trabajar, este año realizan una actividad especial para conmemorar el 11 de febrero, Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, en el que estudiantes e investigadoras del IRYA comparten sus experiencias con el público a través de actividades presenciales, en la web y en redes sociales.

Asimismo, incluirán la interpretación en lengua de señas mexicana en sus eventos tipo plática, e invitarán a las asociaciones de este sector de la población para que asistan a las actividades organizadas por el Instituto.

En febrero y marzo impartirán el curso infantil de astronomía “Descubriendo tu univer-

so”, en colaboración con el Centro Cultural UNAM Morelia. En el segundo semestre del año realizarán un curso intermedio o un diplomado en astronomía, dependiendo de la demanda, así como el ya tradicional ciclo de cine comentado “La ciencia en el séptimo arte”.

Con la intención de cumplir con el objetivo de ampliar audiencias, de enero a mayo el IRYA tiene agendadas visitas a los municipios de Tzitzio, Ciudad Hidalgo, Quiroga (Santa Fe de la Laguna), Zacapu, Pátzcuaro, Huandacareo, Chucándrio, Panindícuaro, Cuitzeo y Lagunillas. En varios de ellos se visitarán comunidades fuera de las cabeceras municipales. Asistirán al Campus estudiantes del Centro de Atención Múltiple de Angamacutiro y del bachillerato de Tzintzuntzan, además de las visitas semanales de primarias de Morelia, que incluyen las primarias de las tenencias Emiliano Zapata y Morelos, vecinas del Campus. Se capacitará a los profesores de primarias de la Zona Escolar de Cuitzeo y Zacapu, incluyendo profesores de Centros de Atención Múltiple.

Finalmente, el doctor René Ortega Minakata puntualiza que durante el 2020 se enfocarán, entre otras actividades en: “continuar creciendo y ampliar la cobertura en el estado, porque no puede estar todo concentrado solamente en Morelia, pues Michoacán es un estado que tiene cinco millones de habitantes y Morelia tiene un millón y los otros cuatro están en todo el estado”.



DR. RENÉ A. ORTEGA MINAKATA. FOTO: LAURA SILLAS.

¿QUÉ TAN EFICIENTE ES EL USO DEL FÓSFORO EN LA AGRICULTURA? Por: IBQ Alberto Morón Cruz, estudiante de doctorado del Posgrado en Ciencias Biológicas, en la Escuela Nacional de Estudios Superiores Morelia (ENES) Unidad Morelia, UNAM.

UNO DE LOS NUTRIENTES QUE ES LIMITANTE EN EL SUELO Y DE USO COMÚN EN LOS FERTILIZANTES ES EL FÓSFORO (P), ELEMENTO FINITO, NO RENOVABLE Y ESENCIAL PARA LA VIDA, YA QUE FORMA PARTE DE MOLÉCULAS INDISPENSABLES PARA EL ALMACENAMIENTO Y TRANSFERENCIA DE ENERGÍA, EN EL METABOLISMO DE LOS ORGANISMOS VIVOS, CONSTITUYENTE DEL ADN Y COMPONENTE DE LOS LÍPIDOS QUE FORMAN PARTE DE LAS MEMBRANAS CELULARES. Una de las características del P es que es altamente reactivo, por lo que en el suelo puede reaccionar con otros minerales resultando en compuestos fosfatados poco solubles, puede quedar atrapado en partículas de suelo o puede lixiviarse por las lluvias o el riego causando problemas de contaminación de cuerpos de agua, debido a lo anterior, los cultivos utilizan menos del 20 por ciento del P que se aplica al suelo en forma de fertilizantes o abonos. La alta reactividad del elemento, hace que la deficiencia de P en el suelo sea a menudo un factor limitante en el crecimiento de cultivos en la agricultura.

El consumo de fertilizantes fosfatados va en aumento año tras año en un 2-3 por ciento. Dado que los fertilizantes fosfatados provienen de una reserva finita (roca fosfórica), tener acceso a fertilizantes fosfatados cada vez implica un mayor costo. Por ejemplo, el costo de extracción de fósforo a partir de la minería se incrementó de 21 dólares por tonelada de roca fosfórica en 1996, a 115 dólares por tonelada en 2016.

La eficiencia es un factor importante al considerar la transición a métodos más sustentables en el uso de P. Los estudios sobre el uso eficiente y sustentable del P son pocos en México. En una revisión realizada en las bases de datos de citas bibliográficas SCOPUS y Scielo, los artículos publicados sobre sustentabilidad en el uso de P y sustentabilidad agrícola con participación de instituciones académicas mexicanas indican que México tiene una productividad científica sobre sustentabilidad en el uso de P en suelos del 1.4 por ciento en comparación con las publicaciones a nivel mundial en los últimos 31 años. Con respecto a la producción científica sobre sostenibilidad y agricultura, México reporta un 2.3 por ciento. Basado en estos resultados, en el laboratorio de Microbiómica de la ENES unidad Morelia dirigido por la Dra. Yunuen Tapia Torres, hemos trabajado con un enfoque experimental el efecto del manejo agrícola en la dinámica y sostenibilidad del P en suelos de uso agrícola en el centro de México. En mi trabajo de tesis evaluamos la eficiencia económica y el aumento en la disponibilidad de P de dos tratamientos que se utilizan en la región con agri-

cultura orgánica en Avándaro, Estado de México: fertilización con abono orgánico y fertilización inorgánica con hidroxiapatita (roca fosfórica utilizada como fertilizante fosfatado en la agri-

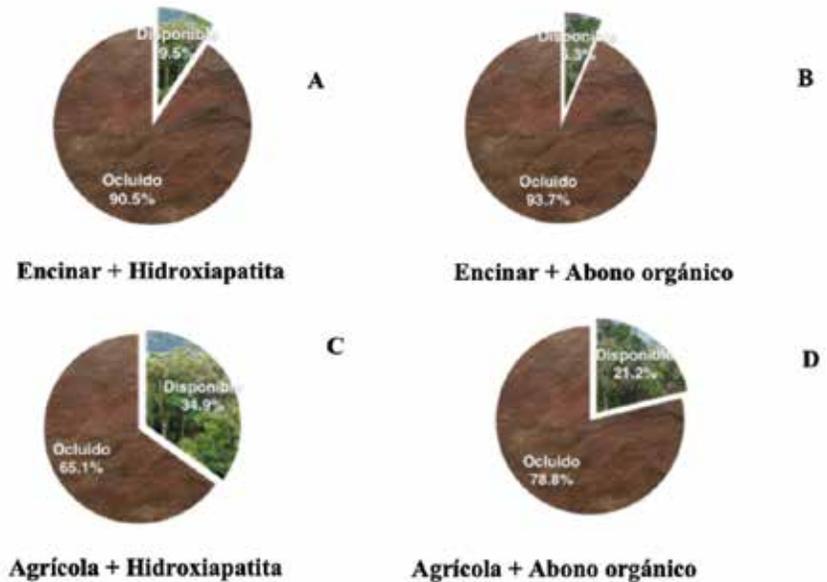


FIGURA 1. PORCENTAJE DE EFICIENCIA DE RECUPERACIÓN DE P POR FERTILIZACIÓN. LA GRÁFICA A CORRESPONDE AL SUELO CONSERVADO EXPUESTO A HIDROXIAPATITA, LA GRÁFICA B CORRESPONDE AL SUELO ENCINAR EXPUESTO CON ABONO ORGÁNICO, LA GRÁFICA C CORRESPONDE AL SUELO AGRÍCOLA EXPUESTO A HIDROXIAPATITA Y LA GRÁFICA D CORRESPONDE AL SUELO AGRÍCOLA EXPUESTO CON ABONO ORGÁNICO. IMAGEN: ALBERTO MORÓN CRUZ.

cultura orgánica). Estos dos tipos de fertilizantes se aplicaron a suelo agrícola y a suelo conservado en una misma concentración de P elemental con la finalidad de poder comparar las fertilizaciones de P aplicado mediante la técnica de fraccionamiento secuencial de P. Los resultados nos indicaron que la fertilización con hidroxiapatita favoreció a la disponibilidad de P comparada con la fertilización de abono orgánico (figura 1), además de que económicamente es más rentable usar hidroxiapatita ya que el precio por kilogramo de P es 169 veces más barato pues contenido de P es mayor en este compuesto.

Nuestro trabajo permite entender el efecto de la fertilización sobre los procesos de disponibilidad y de adsorción del P en suelos agrícolas, lo que permite generar estrategias para un manejo sustentable, tanto del P, como del suelo. Además, nos demuestra que las prácticas de agricultura orgánica que emplean distintos abonos orgánicos tienen una gran variabilidad en su composición química, actividad biológica y en su grado de estabilización, por lo que su capacidad de liberar nutrientes a menudo es ignorada o sobreestimada por lo que es fundamental realizar más investigación que nos permita entender los mecanismos de disponibilidad de P en la agricultura orgánica. <https://doi.org/10.24243/boletin.v20n1.p11-18>

ACADÉMICA DE LA UNAM CAMPUS MORELIA ES NOMBRADA INVESTIGADORA EMÉRITA

El Pleno del Consejo Universitario de la UNAM resolvió por unanimidad otorgar la distinción de Investigadora Emérita a la Dra. Estela Susana Lizano Soberón, investigadora del Instituto de Radioastronomía y Astrofísica (IRYA) de la UNAM, Campus Morelia.

Al dar lectura al dictamen de la Comisión al Mérito Universitario ante el pleno del Consejo Universitario, el Dr. Miguel Alcubierre, investigador del Instituto de Ciencias Nucleares dijo: “En investigación, la Dra. Susana Lizano es referencia obligada a nivel nacional e internacional para comprender la formación estelar. Los principales ejes en torno a los cuales giran sus esfuerzos académicos son el papel del campo magnético y la turbulencia en la formación de los núcleos densos, las cunas de las estrellas y los discos protoplanetarios.”

Se destacó que ha escrito 71 artículos arbitrados y seis revisiones arbitradas en revistas internacionales de astronomía. Asimismo, se comentó que su trabajo ha recibido más de 8 mil 100 citas en la literatura internacional. En cuanto a divulgación se refiere la Dra. Susana Lizano ha impartido más de 110 conferencias y revisiones invitadas en congresos internacionales y coloquios en instituciones nacionales y extranjeras.

“En el plano de la docencia, la Dra. Lizano es profesora a nivel licenciatura y posgrado, tanto en la UNAM como en otras instituciones. Destacan sus cursos de Medio Interestelar, Astrofísica estelar, Dinámica de gases, Dinámica galáctica, y Seminarios de Investigación. Ha dirigido 18 tesis: siete de doctorado, seis de maestría y cinco de licenciatura,” mencionó el Dr. Alcubierre.

Entre los premios que ha recibido la hoy Investigadora Emérita, destacan: el Premio a la Investigación Científica en el área de Ciencias Exactas que otorga la Academia Mexicana de Ciencias (1996) la distinción Universidad Nacional para jóvenes académicos (1996), Premio a la

Ciencias de la UNAM, y la Maestría y Doctorado en Astronomía en la Universidad de California en Berkeley. Se incorporó al Instituto de Astronomía de la UNAM como académica en 1988 y en 1996 se trasladó al recién creado Campus Morelia de la UNAM, donde ha par-



DRA. ESTELA SUSANA LIZANO SOBERÓN. FOTO: CORTESÍA AGENCIA INFORMATIVA CONACYT.

Investigación Científica de la Sociedad Mexicana de Física (2001), la beca de la John Simon Guggenheim Memorial Foundation, el Premio Nacional de Ciencias y Artes en el área de Ciencias Físico-matemáticas y Naturales (2012), y su ingreso al Colegio Nacional, siendo la primera mujer en ingresar a dicha instancia en la categoría de ciencias exactas.

La Dra. Lizano Soberón estudió la licenciatura en Física en la Facultad de

participado como investigadora, docente, y difusora y divulgadora del conocimiento.

En el 2003 participó como miembro fundador del Centro de Radioastronomía y Astrofísica en el Campus Morelia de la UNAM, y fungió como Directora de este Centro de 2007 a 2015. Durante su gestión dirigió el proceso de transformación de este Centro en Instituto, hoy IRYA. Actualmente es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel III. [bnm](http://www.bnm.mx)

DÍA DE PUERTAS ABIERTAS DEL RADIOTELESCOPIO MEXART

El Radiotelescopio MEXART, único en su tipo en Latinoamérica, cumplió 14 años en diciembre de 2019 y para festejarlo, el Instituto de Geofísica Unidad Michoacán, de la UNAM (IGUM) y el Laboratorio Nacional de Clima Espacial (LANCE), organizaron la actividad de divulgación: Día de Puertas Abiertas, a la que asistieron cerca de mil 300 estudiantes de escuelas

de la región aledaña a Coeneo, Michoacán, lugar en el que se encuentra ubicado.

En entrevista el Dr. Julio César Mejía Ambriz, Catedrático CONACYT, adscrito al Instituto de Geofísica UNAM, Unidad Michoacán, explicó que en el LANCE se tiene el compromiso de hacer llegar al público en general las actividades que se desarrollan en el laboratorio, así como

compartir y generar conocimiento acerca de las ciencias espaciales. Una de las actividades más importantes para lograrlo es este evento, que se viene celebrando desde el 2014 en una fecha cercana al aniversario del radiotelescopio MEXART (1 de diciembre 2005). Las instalaciones donde se ubica el radiotelescopio se han venido actualizando y ahora en conjun-



ORGANIZADORES DEL DÍA DE PUERTAS ABIERTAS EN EL LABORATORIO NACIONAL DE CLIMA ESPACIAL. FOTO: CORTESÍA IGUM.

to con más instrumentos de observación, así como elementos para su autosustentabilidad, conforman el LANCE.

Al Día de Puertas Abiertas, asistieron escuelas de todos los niveles de educación cercanas a la región de Zacapu y Coeneo, Michoacán, se presentaron conferencias y talleres didácticos sobre física espacial,

así como observaciones solares con telescopios y recorridos guiados por el sitio.

"Cada año se tiene la intención de incrementar la difusión del evento, para alcanzar un mayor público y contribuir al desarrollo del país hacia el conocimiento científico y sustentable", comentó el doctor Julio César Mejía.

El Radiotelescopio MEXART (Mexican Array Radiotelescope, por sus siglas en inglés), cuenta con una antena que ocupa cerca de 10 mil metros cuadrados en Coeneo, Michoacán, su labor es estudiar el entorno espacial, el Sol y el medio interplanetario, a través de la observación de señales de objetos astronómicos en radio.[lmm](#)

EN EL 2020 EL CAFÉ CIENTÍFICO CUMPLE DIEZ AÑOS

El programa de Café Científico que se realiza en UNAM Centro Cultural Morelia este año cumplirá siete años de actividades encaminadas a inspirar conversaciones públicas sobre la creatividad, la investigación científica y el compromiso tanto de la ciencia como de las universidades con la sociedad a la que se deben.

El Café Científico es un programa de divulgación científica que impulsa la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES) Unidad Morelia con el fin de mantener encuentros entre académicos, científicos, estudiantes

y artistas involucrados en la generación de conocimiento en un ambiente informal y espontáneo en el que la ciencia se reconoce como parte fundamental de la cultura.

De acuerdo con los organizadores de las actividades, indican que durante el



ACTIVIDADES EN EL CAFÉ CIENTÍFICO. FOTO: MÓNICA GARCÍA.

primer trimestre de actividades de este año, los temas que se abordarán en las sesiones del Café Científico se relacionarán con temáticas que versan alrededor de la cultura alimentaria, de los efectos del cambio global en la agroecología y

en las consecuencias que malas prácticas de producción y consumo pueden tener para la sociedad.

En ese sentido, los especialistas que participarán reconocen la existencia de un conflicto entre la humanidad y la naturaleza que surge de la certeza de ser ajenos a ella. Consideran que esto es una percepción errónea. Indican que los humanos son parte integral de la naturaleza.

Las conversaciones en torno a una taza de café se realizan los últimos martes de cada mes en el Centro Cultural UNAM, la entrada es gratuita y la invitación va dirigida a un público

amplio y diverso. Las sesiones son a las 18:00 horas en el Centro Cultural UNAM en Morelia ubicado en Av. Acueducto no. 19, cerca de la fuente de Las Tarascas en Morelia. Mayores informes en el teléfono (443) 317.44.71 y en Twitter como [@MoreliaCafe.lmm](#)

CINE

Los jueves 13, 20 y 27 de febrero el Cineclub Goya proyectará el ciclo **Dominio y Sumisión**. Las funciones se realizarán en el Auditorio de la Unidad Académica Cultural, de la UNAM Campus Morelia.

Consulta la cartelera en www.morelia.unam.mx/vinculación/



EVENTOS DE DIVULGACIÓN

VIERNES DE ASTRONOMÍA

Los viernes 31 de enero y 28 de febrero, a las 19:00 horas, se realizarán conferencias y observaciones astronómicas, como parte del programa **Viernes de Astronomía**.

Auditorio de la Unidad Académica Cultural, UNAM Campus Morelia.

Más información en: <http://www.IRYA.unam.mx>



¿ES CIERTO...

... que las tormentas solares son realmente tormentas?

Cada vez es más frecuente escuchar en los medios y redes sociales el término de *tormenta solar*. Pero ¿en verdad las tormentas solares son tormentas tal y como las entendemos, o se trata de algo más? Para entender lo que es una tormenta solar, primero debemos de aceptar el hecho de que el Sol, la estrella de nuestro sistema planetario, tiene ciclos de actividad...

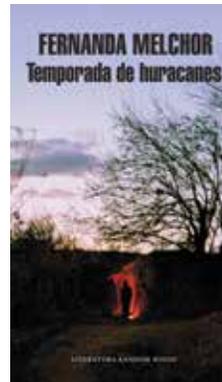
¿Es cierto...

Para saber más de esto visita la sección ¿Es cierto...? en la página: www.morelia.unam.mx/vinculación

Crónica de la cerveza tibia en un mundo desesperado

RESEÑA DE LENNY GARCIDUEÑAS HUERTA

“Rodeados de moscas verdes, reconocieron al fin lo que asomaba sobre la espuma amarilla del agua: el rostro podrido de un muerto entre los juncos y las bolsas de plástico que el viento empujaba desde la carretera, la máscara prieta que bullía en una miriada de culebras y sonreía.” Un grupo de niños encuentra ese cadáver en un canal de riego; no importa quién cometió el crimen sino lo que llevó a sus protagonistas a *cruzar la línea*. ¿Es posible empatizar con ellos? ¿Cómo es que



existen lugares donde todo esto sucede cotidianamente y en total impunidad? ¿Quién cuenta la historia de lo que ocurre ahí, de lo que está ocurriendo ahora mismo? Con este macabro hallazgo comienza *Temporada de Huracanes*, calificada en México como una de las mejores novelas de 2017, traducida a varios idiomas y merecedora del Premio Internacional de Literatura en 2019 que otorga la berlinesa Casa de las Culturas del Mundo. Se trata del cuarto libro de la escritora veracruzana Fernanda Melchor (1982), reconocida como una de las escritoras más destacadas de menos de 40 años; autora también de *Falsa fiebre* y *Aquí no es Miami*.

La novela investiga la desaparición de “La bruja”, una mujer que heredó el oficio de su madre y a quienes los pobladores de La Matosa, un lugar sumergido en la miseria y el abandono, respetan y temen. La trama se teje con el hilo de la superstición. Escrita en un solo párrafo, con los giros propios del lenguaje popular, relata en distintas voces la compleja subjetividad de sus personajes; los más vulnerables, mujeres, homosexuales, atrapados entre la pobreza y la perversión sexual. Se echa de menos la falta de argumentos para pensar que se trata de una historia de ciencia ficción en un país de por sí distópico, donde la crueldad de los titulares de la nota roja es siempre sustituida por hechos cada vez más terribles. Por eso hay que preguntarnos por quienes tienen la tarea de contar la historia que estamos viviendo en un país avasallado por la desigualdad, la precariedad y la corrupción.

Temporada de Huracanes explora la condición humana sin pretender ser una no-

vela moralizante; tampoco se limita a denunciar o dar testimonio de la devastadora realidad a la que poco a poco nos hemos ido acostumbrando. Fernanda Melchor, periodista de profesión, crea personajes profundos, con matices y dimensiones que nos permiten sentir en carne propia y desde diversas perspectivas las grandes problemáticas de nuestro tiempo, sin lecciones ni lugares comunes, su escritura nos lleva a pensar y reflexionar, actos cada vez más opacados por la industria del entretenimiento y la sombra de la opinión mediática. Lo que le preocupa a la autora es la deshumanización frente a la terrible situación de marginalidad

en la que se libran las batallas de los desamparados contra los aún más débiles.

Inmerso en la espiral de violencia e impunidad que atraviesa el país, el periodismo de investigación -que nutre esta novela- es cada vez más difícil de ejercer. La libertad de expresión parece estar cada vez más supe- ditada a la publicidad y, para desgracia de todos, quienes se atreven a indagar y dan a conocer la grave situación de inseguridad, corrupción y criminalidad, se enfrentan a la persecución y el exterminio. Por eso hay que reconocer en el trabajo de Fernanda Melchor algo distinto a lo que encontramos comúnmente en la literatura mexicana de nuestros días. Leerla estremece, duele, porque pone en cuestión las relaciones naturalizadas (de violencia de género y las sórdidas relaciones de poder) y nos llama a apropiarnos del mundo. El jurado que otorgó el año pasado el premio Casa de las Culturas del Mundo a esta novela expresó con estas palabras la turbia sensación que deja en las entrañas la lectura de este libro: “La manera despiadada con la que Fernanda Melchor describe a estos personajes en su perdición, pero también en toda su crueldad y maldad esconde una forma más elevada de la compasión. La precisión es una forma de amar. Mirar para otro lado sería la auténtica crueldad. La belleza de sus frases hace que el terror de lo que habla se vuelva casi soportable”.



FERNANDA MELCHOR.
TEMPORADA DE HURACANES.
PENGUIN RANDOM HOUSE.
MÉXICO. 2017.