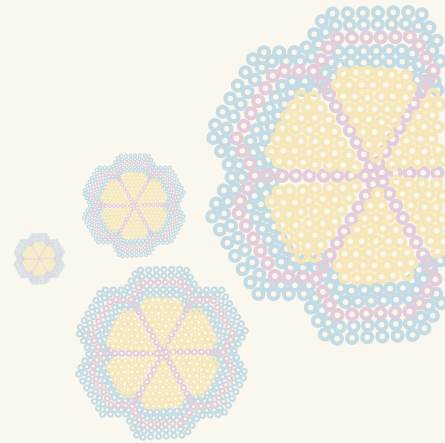


Traslación: moviendo ciencia



Nanopartículas en la salud: ¿Pequeñas aliadas o no?

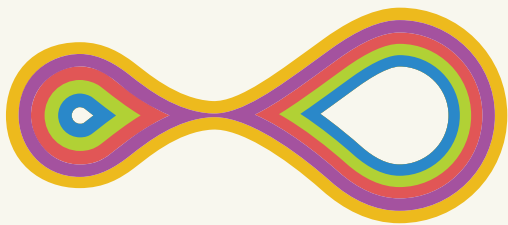
Microplásticos en el ambiente

Uso terapéutico del agave De la tradición a la nanotecnología

Conociendo la ciruela
Mexicana

Agave maximiliana Baker
La joya escondida del estado de Jalisco

De la cocina a la farmacia
El ajo como auxiliar antiinflamatorio



Traslación: moviendo ciencia

Traslación: moviendo ciencia

Revista trimestral de divulgación
científica del CUCEI
Volumen 1 Número 1
Noviembre 2024 - Enero 2025

Directorio

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Rector General

Dr. Ricardo Villanueva Lomelí

Vicerrector Ejecutivo

Dr. Héctor Raúl Solís Gadea

Secretario General

Mtro. Guillermo Arturo Gómez Mata

Coordinación General de Investigación, Posgrado y Vinculación

Dra. Ana Marcela Torres Hernández

Coordinación de Transferencia Tecnológica y del Conocimiento

Lic. Ramón Willman Zamora

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS

Rector

Dr. Marco Antonio Pérez Cisneros

Secretario Académico

Dr. Humberto Gutiérrez Pulido

Secretaria administrativa

Mtra. Dulce Angelica Valdivia Chávez

Consejo directivo

Coordinadora de Investigación:

Dra. Rosaura Hernández Montelongo
Dr. Marco Antonio Pérez Cisneros
Dr. Humberto Gutiérrez Púlido
Dra. Adelaida Sara Minia Zepeda Morales
Dra. Rocío Ivette López Roa
Dr. Gilberto Velázquez Juárez
Dr. Javier Placido Arrizón Gaviño. CIATEJ

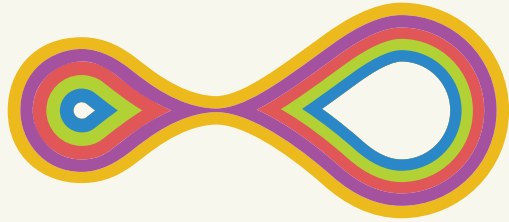
Consejo editorial

Dirección

Dra. Adelaida Sara Minia Zepeda
Morales
Dra. Rocío Ivette López Roa
M. en C. Cristina Pech Jiménez
Dr. Javier Placido Arrizón Gaviño. CIATEJ
Dra. Marisela González Ávila. CIATEJ

Revista de divulgación Científica, "**Traslación: moviendo ciencia**". Año 2024, No. 1, noviembre 2024 - Enero 2025, es una publicación trimestral, editada por la Universidad de Guadalajara, a través del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. Domicilio: Blvd. Marcelino García Barragán #1421, C.P. 44430, Guadalajara, Jalisco, México, Tel: +52 3313785900 ext. 27678, rtraslacion.udg.mx, rtraslacion@ucei.udg.mx, Editor responsable: Adelaida Sara Minia Zepeda Morales. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo 04-2024-102814072600-102, ISSN: en trámite, otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de éste número: Comité Editorial de la revista Elma Cristina Pech Jiménez y Alejandra Meza Ríos. Fecha de la última modificación 29 de noviembre de 2024.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad de Guadalajara.



Traslación: moviendo ciencia

Editores de sección

Dra. Rocío López Roa

Dr. Eduardo Gómez Bañuelos. Johns Hopkins Institute

Editores de Inmunología Traslacional

Dra. Alejandra Meza Ríos

Editor de Biología Molecular

Dra. Adriana Mendizabal Ruíz

Editor de Genética

Dr. Adalberto Zamudio Ojeda

Editor en Nanotecnología

Dr. Alejandro Morales Valencia

Editor en Ciencias Ciberhumanas

Dr. Federico Velázquez

Editor de Física

Dr. Edgar Alejandro Arroyo

Editor de Matemáticas

Dr. María Luisa Muñoz Almaguer

Editor de Toxicología y Farmacología

Lic. Eduardo Velázquez Mora

Productor de Podcast

Lic. Óscar Ruvalcaba Jacobo, Editor de Podcast

Revisores de número

Dr. Iván David Meza Canales

Dra. Alejandra Meza Ríos

Dr. Gilberto Velázquez Juárez

Dra. María Azucena Herrera González

Dr. Diego Alberto Lomelí Rosales

Dra. María Luisa Muñoz Almaguer

Dra. Margarita Cid Hernández

Dra. Claudia Elena González Sandoval

M en C. Esmeralda Torres

Dra. Liliana Saraí Muñoz Ramírez.

CUCIENEGA

Dr. Javier Placido Arrizón Gaviño. CIATEJ

Equipo de Diseño y Edición

alexroa.com

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS

Blvd. Marcelino García Barragán #1421

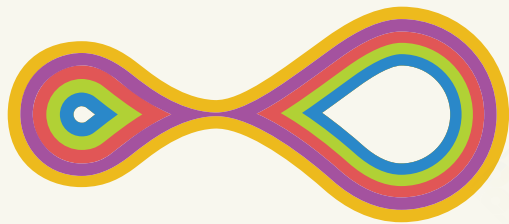
C.P. 44430, Guadalajara, Jalisco, México.

Teléfono: +52 33 1378 5900 Ext. 27678

<https://rtraslacion.udg.mx>

rtraslacion@cucei.udg.mx





Traslación: moviendo ciencia

Indice

Directorio	2
Indice	4
Bienvenida	5
Editorial	6
La Ciruela Mexicana (Spondias purpurea): Un Tesoro Nutricional y Sostenible en la Agricultura Regional	7
Nanopartículas dióxido de silicio en la salud; ¿Pequeñas aliadas?	11
Microplásticos En el ambiente	15
Uso terapéutico del agave: De la tradición a la nanotecnología	22
De la cocina a la farmacia: El ajo como auxiliar antiinflamatorio en la obesidad	27
Agave maximiliana Baker El tesoro escondido en el corazón de Jalisco.	32
Gracias	37

Bienvenida

¡Bienvenidas y bienvenidos! Soy la Dra. Adelaida Sara Minia Zepeda Morales, directora de este proyecto, y para mi es un honor presentar nuestra Revista de Divulgación Científica del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI): "Traslación: moviendo ciencia". Esta iniciativa busca conectar la ciencia con la sociedad, promoviendo un conocimiento accesible, multidisciplinario y transdisciplinario que beneficie a toda la comunidad.

La ciencia traslacional, nuestro eje central, acorta la brecha entre la investigación básica y la ciencia aplicada, transformando los hallazgos del laboratorio en soluciones que impacten positivamente en la salud y el bienestar de las personas. Estamos convencidos de que el conocimiento científico debe ser una herramienta para el desarrollo social. La divulgación científica es esencial para promover la curiosidad, facilitar la comprensión de transformaciones sociales y culturales, estimular el pensamiento crítico y promover la universalidad del conocimiento. En esta plataforma, que incluye tanto la revista digital para ir de la mano con reducir el uso de papel, así como un podcast que permita acceder con mayor libertad a las personas de todas las edades, fortalecemos nuestro compromiso de llevar la ciencia a todos los sectores de la sociedad.

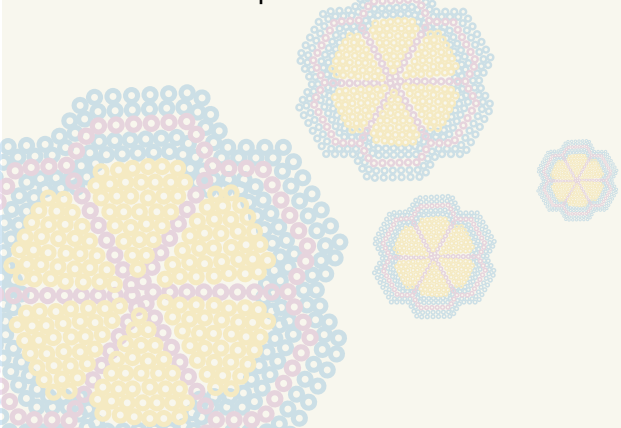
En este proyecto, colaboramos con un destacado grupo de investigadoras e investigadores de reconocido prestigio internacional, miembros del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI) y profesores de diversas instituciones nacionales y extranjeras. Este equipo fortalece nuestra misión de acercar el conocimiento a la sociedad, fomentar un pensamiento crítico y contribuir a una sociedad más equitativa y saludable a través del poder transformador de la ciencia.

Como directora del consejo editorial, mi compromiso con la ciencia traslacional busca no solo avanzar en el conocimiento científico, sino también en generar soluciones que ayuden a mejorar la calidad de vida y promuevan el bienestar social.

Les invito a participar publicando artículos que expliquen avances científicos de manera clara y relevante. Juntos podemos demostrar que la ciencia no sólo genera conocimiento, sino que también inspira soluciones para construir un futuro mejor y motivar a las nuevas generaciones a unirse a una nueva comunidad de científicos. ¡Esperamos sus contribuciones!

Dra. en C. Adelaida Sara Minia Zepeda Morales

Directora del Consejo Editorial
Traslación: Moviendo Ciencia



Editorial

¡Bienvenidos al primer número de Traslación: moviendo Ciencia!

En estas páginas abrimos un espacio para explorar el conocimiento como motor de libertad para nuestra sociedad y el mundo. El saber, desde siempre, ha sido una herramienta transformadora que abre mentes, desata nuestros potenciales y construye futuros. En este contexto, la investigación se presenta como una compañera fiel, que no solo nos educa en el rigor y la curiosidad, sino que también nos inspira a imaginar nuevas posibilidades y trabajar por un mundo más justo y sostenible.

En este número, iniciamos un viaje con una selección de temas que conectan la ciencia, la innovación y la tradición. Historias de descubrimiento y reflexión que van desde la riqueza natural que nos rodea hasta los avances más prometedores de la tecnología: el enigma de la ciruela mexicana, las nanopartículas, el viaje invisible de los microplásticos, un héroe silencioso como el ajo y el agave como elemento inherente a la cultura e historia del occidente de México.

Cada artículo está diseñado para acercarte a la maravilla de la ciencia en acción, mostrando cómo los pequeños pasos de hoy pueden convertirse en los grandes movimientos de mañana. Porque la ciencia traslacional busca ser ese puente que una a la sociedad con la ciencia, y estamos convencidos de que, al compartir este sueño contigo, lograremos hacer posible lo que parece inalcanzable.

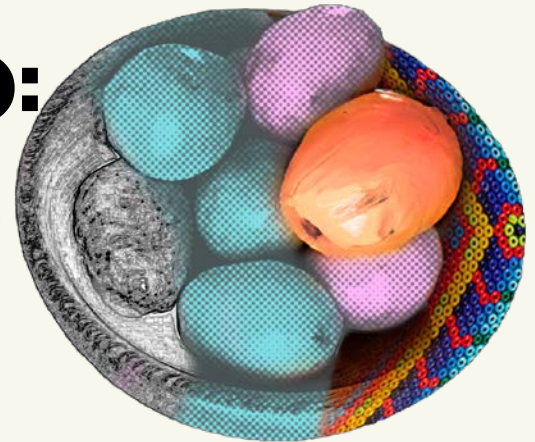
¡Gracias por acompañarnos en este primer paso de un gran camino!

M. en C. Cristina Pech-Jiménez

Miembro Del Consejo Editorial

La Ciruela Mexicana (*Spondias purpurea*): Un Tesoro Nutricional y Sostenible en la Agricultura Regional

Jiménez Camberos, Cristina
Rodríguez Bautista, Geremías
López Roa, Rocío Ivette
Anguiano Sevilla, Luis Alberto



Resumen

La ciruela mexicana es un fruto originario de América tropical que crece en selvas del occidente de México. Se cultiva en huertos traspatio, y en su producción y comercialización participan mujeres. Puede crecer de forma silvestre y se cultiva sin agroquímicos, en condiciones de temporal, sin requerir grandes cantidades de agua ni causar erosión del suelo. Es un fruto que contiene nutrientes como antioxidantes, que son compuestos capaces de neutralizar los radicales libres, protegiendo así a las células del daño oxidativo. En el presente artículo, se detalla esta variedad de ciruela, como se vende en regiones del estado, algo de su contenido nutricional y su comercialización.

Palabras clave: Ciruela mexicana, Sostenibilidad, Antioxidantes, Comercialización rural, Valor nutricional



Es posible que al escuchar hablar de ciruela se piense en otras variedades de este fruto, más comercializadas y disponibles todo el año. Sin embargo, existe una ciruela originaria de América Tropical, crece en climas cálidos y húmedos, especialmente en la selva baja caducifolia presente en el Occidente de México¹. Su producción y comercialización abarca los estados de Jalisco, Colima, Sinaloa y Nayarit. Son árboles que su altura llega a un máximo de 2 metros, con hojas alargadas de entre 3 y 4 centímetros. La fruta es una drupa, es decir que tiene una semilla al centro, tiene forma ovoide de 3 a 5 cm de largo y un peso de 4 a 40 g¹. Previo a la cosecha, el árbol se llena de fruto, entonces la ciruela es recolectada, y durante la estación seca el árbol se encuentra sin follaje. Su periodo de recolección es corto, los meses de cosecha de ciruela mexicana son abril, mayo y principios de junio².

El cultivo de este fruto está basado en la agricultura informal, los árboles son utilizados como cercos vivos por familias en huertos traspatio, y crecen de manera silvestre, por ejemplo en zonas montañosas de difícil acceso². El cultivo requiere únicamente riego de temporal, sin hacer uso de agroquímicos o pesticidas, y es resistente a condiciones climáticas extremas². Esto ayuda a proteger la biodiversidad pues no es necesaria la

deforestación para su siembra, el uso de grandes cantidades de agua o la erosión del suelo.

Regionalmente el comercio de la ciruela es apropiada por mujeres, como amas de casa de la localidad, que fomentan la venta directa para que no haya intermediarios. El Instituto Nacional de Geografía y Estadística, afirma que en el país, más de 14 millones de mujeres viven en comunidades rurales con menos de 2500 habitantes. En el estado de Jalisco, el 12% de la población vive en comunidades rurales. En este medio, las mujeres se relacionan con el cultivo de la tierra y las actividades del hogar, y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO), señala que en latinoamérica cerca del 60% de mujeres trabaja de forma independiente o en trabajos sin sueldo fijo, esto representa cerca de 35 millones de mujeres en desventaja social por no tener un salario ni empleo formal⁴. Si se impulsa el empoderamiento y organización de mujeres en comunidades rurales, por ejemplo en cooperativas, se fortalece la cohesión social al existir interacciones entre los integrantes de estas comunidades y es una estrategia que puede tener varios beneficios para ellas como autonomía económica, desarrollo de habilidades empresariales.

Si hablamos de contenido nutricional de la ciruela mexicana, el 70% del fruto es pulpa, y el 21% son sólidos solubles totales. Con respecto al pH, que es el nivel de acidez, se reportan valores entre 1.3 y 4.3, es decir, es un fruto ácido. Fuentes et al reportan 19.5 de °Brix, que mide la concentración de azúcares en el fruto, lo cual indica su dulzura. Con esto podemos afirmar que es un fruto de sabor agradable, que puede ser usado para la preparación de postres, nieves y mermeladas. Posee un alto contenido en carbohidratos, de aproximadamente 19%, que son



Imagen 1. Ciruela mexicana (Spondias purpurea)

fuerza de energía. Contiene fitoquímicos que le dan los colores a la cáscara y tienen efectos antioxidantes y antiinflamatorios. Al determinar la actividad antioxidante del fruto mediante la técnica de ABTS, que es un método utilizado generalmente para evaluar la capacidad antioxidante, se reportan valores de 48.4 a 258.8 mg 100g⁻¹, lo que indica una buena capacidad antioxidante.

El consumo de frutas, contribuye a prevenir enfermedades como diabetes, obesidad, hipertensión, cáncer, infartos cerebrovasculares y cardiopatías isquémicas, ya que tienen propiedades nutricionales como ser ricas en vitaminas y minerales. El consumo per cápita de frutas en México es de 350g, inferior al necesario, el cual de acuerdo a las guías de alimentación de la Organización Mundial de la Salud (OMS)

es debe ser de 400g. Por ello conveniente fomentar el consumo de frutas regionales y de temporada, que son sabrosas, nutritivas y representan el acceso sencillo a este tipo de alimentos.

Conclusiones

La ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.) destaca por su alto contenido de compuestos bioactivos, como polifenoles y flavonoides, conocidos por su capacidad antioxidante. Estos compuestos pueden neutralizar radicales libres, lo cual resulta prometedor para su uso en terapias complementarias contra enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo. El análisis detallado de su composición química y valor nutricional permite no solo identificar su potencial terapéutico, sino también su posible aprovechamiento en la elaboración de suplementos o fármacos que puedan apoyar el tratamiento de estas enfermedades.

Para maximizar el impacto de esta fruta en la salud y la economía local, sería importante

promover la organización de cooperativas que beneficien a las productoras rurales, muchas de las cuales dependen de la venta de este fruto para sostener a sus familias. Las cooperativas permiten que las productoras vendan directamente sin intermediarios, asegurando que una mayor parte de las ganancias se quede en la comunidad. Además, este modelo fortalece el acceso a productos frescos y de calidad, impulsa la economía rural y promueve la sustentabilidad en la comercialización del fruto, beneficiando tanto a las comunidades como a los consumidores que buscan productos naturales y con beneficios para la salud.

Jiménez Camberos, Cristina.¹

cristina.jimenez1651@alumnos.udg.mx,

Rodríguez Bautista, Geremías.²

geremias.rodriguez@academicos.udg.mx

López Roa Rocío, Ivette.¹

rocio.lopez@academico.udg.mx

Anguiano Sevilla, Luis Alberto¹

alberto.anguiano@academicos.udg.mx

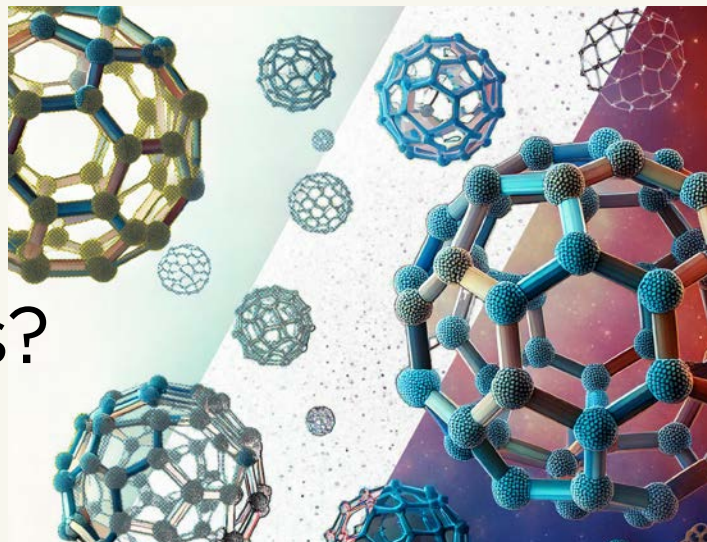
1. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías. Marcelino García Barragán #1421, esq Calzada Olímpica, C.P. 44430, Guadalajara, Jalisco. Universidad de Guadalajara

2. Centro Universitario de la Costa Sur Avenida Independencia Nacional 151, Colonia centro, Autlán de Navarro, CP 40900, Jalisco, México Universidad de Guadalajara.

1. Alia-Tejagal I, Maldonado-Astudillo YI, Jiménez-Hernández J, Núñez-Colín CA. Postharvest quality and physiological changes in five ecotypes of *Spondias purpurea* L. harvested at three distinct maturity stages. *Revista Brasileira de Fruticultura* [Internet]. 1 de enero de 2023;45. Disponible en: www.scielo.br
2. Agricultura Sustentable | Casafe. (s. f.). www.casafe.org
3. Fuente JMV, Tejagal IA, Pérez-Pérez XDXD, Espinoza-Zaragoza S, Marroquín-Agreda FJ, Nuñez-Colín CA. Caracterización fisicoquímica de frutos de ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.) en el Soconusco, Chiapas. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* [Internet]. 3 de mayo de 2019;6(17):219-29. Disponible en: doi.org
4. Meda AR. Inclusión y empoderamiento de mujeres rurales para el desarrollo en Chiquihuitlán, Jalisco. *Revista de Estudios de Género la Ventana* [Internet]. 1 de enero de 2024;7(59):356-87. Disponible en: doi.org
5. Victoria PSM. Importancia del consumo de frutas y verduras en la alimentación humana [Internet]. 2017. Disponible en: repositorio.unemi.edu.ec

Nanopartículas dióxido de silicio en la salud; ¿Pequeñas aliadas?

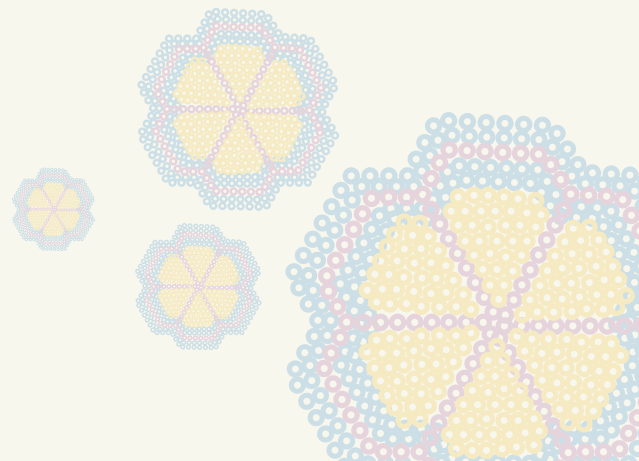
Cerna-Lara, Arnoldo Vladimir
De la Torre-Valdovinos, Braniff
Osuna-Carrasco, Laura Paulina
Toro-Castillo, María del Carmen



Resumen

Cuando hablamos de nanómetros (nm), nos referimos a una medida diminuta: un milímetro (mm) dividido en un millón de partes! En la ciencia ficción las nanopartículas (NP) se utilizan para potenciar máquinas o habilidades, en "Avengers", Iron Man usa su armadura Mark 50 para enfrentarse a Thanos con habilidades mejoradas. En realidad, aún estamos lejos de esos avances, sin embargo, las NP ya forman parte de nuestra vida cotidiana. Se emplean, por ejemplo, como conservadores y texturizadores en alimentos y cosméticos, incluso en la administración de medicamentos. Las interacciones entre las nanopartículas presentes en estos productos y nuestro cuerpo ocurren a nivel celular inevitablemente. Es crucial entender cómo las células responden a las nanopartículas, para saber si actúan como aliadas o representan algún riesgo.

Palabras clave: nanopartículas, dióxido de silicio, células.



Las dimensiones de las nanopartículas se encuentran en la escala de las milmillonésimas de metro y presentan propiedades físicas, químicas y biológicas particulares. Las características específicas de las nanopartículas como la conductividad eléctrica, la reactividad y las propiedades mecánicas, son significativamente diferentes de las de los materiales a escalas mayores.

Las NP de dióxido de silicio (Np-SiO₂) son utilizadas en productos de la vida cotidiana como cosméticos, medicamentos o alimentos, se puede observar por ejemplo en la etiqueta de los paquetes de sal de mesa. Hasta hace algún tiempo, se pensaba que no tenían ningún efecto sobre el organismo, sin embargo, este pensamiento está cambiando poco a poco porque se han observado ciertos efectos sobre las células. Puedes pensar en la célula, como una fábrica pequeña que nos mantiene vivos y lleva a cabo procesos importantes como la respiración, el metabolismo o la regulación de genes. Sin embargo, sería muy ambicioso intentar medir cómo las NP afectan todos los procesos celulares, por eso elegimos estudiar solo uno: el aumento de calcio en el interior de la célula. La cantidad de calcio en el interior celular es muy importante para que se lleven a cabo muchos procesos celulares (1). El calcio

entra a la célula atravesando poros que se encuentran en su membrana plasmática, que es la barrera que la separa del exterior, estos poros se llaman canales iónicos, en este caso, canales de calcio (2).

En nuestro grupo de investigación, estudiamos los efectos de las Np-SiO₂ sobre los canales de calcio, en particular, aquellos que se abren cuando se estimulan con voltaje (CaV), ¡sí, voltaje!, muchas proteínas celulares, y por lo tanto, muchas células, tienen actividad eléctrica que se puede medir.

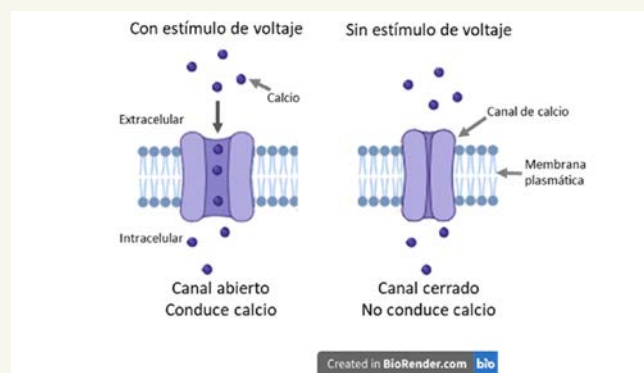


Ilustración 1. Comparación de canales de calcio estimulados por voltaje

Para este estudio, utilizamos células HEK-293, de origen humano, sin embargo, nosotros no las extraemos de una persona, las compramos a un fabricante especializado, con protocolos éticos y permisos para venderlas. Estas células miden aproximadamente 15 micrómetros

(Qm); para ponerlo en perspectiva, un micrómetro equivale a dividir un milímetro en mil partes. Es como imaginar un edificio de cincuenta pisos de altura (la célula) rodeado de balones de 30 cm (las nanopartículas). Lo sorprendente es que estas nanopartículas pueden atravesar las "paredes" de la célula a través de agujeros, es decir, los canales iónicos que hemos mencionado.

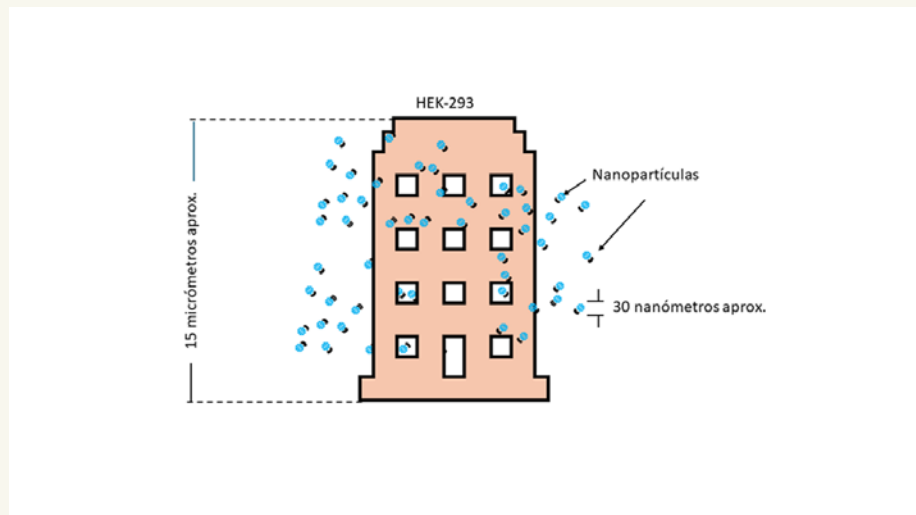


Ilustración 2. Representación de una comparativa de tamaños entre la célula y las nanopartículas (no está a escala)

Para estudiar el efecto de las Np-SiO₂ sobre los CaV, medimos su actividad eléctrica, en particular, el flujo de calcio que pasa a través de todos los CaV presentes en una célula. Esto parece ciencia ficción, pero no lo es, hay muchos científicos haciendo este tipo de mediciones para contestar muchas preguntas sobre el funcionamiento del cuerpo humano. Con técnicas electrofisiológicas hacemos este tipo de mediciones. En

particular, estimulamos una célula con voltaje, ayudándonos de equipo especializado, como un microscopio, electrodos y computadoras, entre otros. Los electrodos son pequeños alambres de plata que por un lado toman la información de la célula y por el otro, lo comunican a una computadora. El electrodo también estimula a la célula con voltaje. La información que tomamos es el flujo de calcio, es decir, la corriente de calcio a través

de todos los CaV. Esta medición la hicimos en dos grupos de células, a un grupo añadimos las Np-SiO₂ y al otro no. Observamos que la corriente de calcio hacia el interior de la célula fue menor cuando agregamos las Np-SiO₂ en comparación con las células que no estuvieron en contacto con dichas NP.

El hallazgo de la disminución de la corriente es muy importante, porque mostramos el efecto directo de las Np-SiO₂ sobre el aumento de calcio llevado a cabo a través

canales calcio que se abren con voltaje. Otros investigadores han estudiado los efectos de las Np-SiO₂ por métodos y células diferentes a los que utilizamos nosotros, sin embargo, sus resultados son contradictorios a los nuestros, es decir, ellos encontraron que el flujo de calcio aumenta en presencia de dichas NP (3). El hecho de que diferentes grupos en el mundo hagan hallazgos diferentes no es un problema, al contrario, cada vez entendemos un poco más sobre el comportamiento de diferentes proteínas en diferentes células.

Conclusiones

La información que se obtiene de diferentes estudios representa una valiosa herramienta para entender cómo podemos utilizar las Np-SiO₂ de forma segura. Entonces, ¿las Np-SiO₂ son nuestras aliadas? Podemos decir que sí, sin embargo, debemos seguir estudiando sus efectos con diferentes formas y tamaños, en diferentes tipos celulares para conocer en qué ventana, que considere estas y otras variables, siguen siendo nuestras aliadas.

Cerna-Lara, Arnoldo Vladimir¹

arnoldo.cerna8301@alumnos.udg.mx

De la Torre-Valdovinos, Braniff¹

braniff.delatorre@academicos.udg.mx

Osuna-Carrasco, Laura Paulina¹

laura.osuna@academicos.udg.mx

Toro-Castillo, María del Carmen¹

maria.toro@academicos.udg.mx

1. Doctorado en Ciencias en Bioquímica Molecular y Traslacional, Departamento de Bioingeniería Traslacional, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, Guadalajara 44350, Jalisco, Mexico.

1. Berridge MJ, Bootman MD, Roderick HL. Calcium signaling: dynamics, homeostasis and remodeling. *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.* 2003; 4: 517-529.
2. Catterall WA, Perez-Reyes E, Snutch T, and Striessnig J. Nomenclature and Structure-Function Relationships of Voltage-Gated Calcium Channels. *Pharmacol. Rev.* 2005; 57(4):411-425.
3. Gilardino A, Catalano F, Ruffinatti FA, Alberto G, Nilius B, Antoniotti S, Martra G, Lovisollo D. Interaction of SiO₂ nanoparticles with neuronal cells: Ionic mechanisms involved in the perturbation of calcium homeostasis. *Int J Biochem Cell Biol.* 2015; 66(1):101-111.

Microplásticos

En el ambiente

Hernández-Mena, Leonel
Del Real Olvera, Jorge
Díaz-Torres, José de Jesús
Osuna-Laveaga, Daryl Rafael



Resumen

Entre los contaminantes que en los últimos años han sido objeto de interés en numerosos estudios científicos están los microplásticos en el ambiente. Estos se han encontrado en el suelo, agua subterránea, marina y continental, sedimentos, aire ambiente, alimentos y bebidas en botellas plásticas. Incluso se localizan al interior de organismos vivos en ecosistemas naturales y dentro del cuerpo de las personas. Hay diversas situaciones que favorecen el que lleguen al ambiente e incluso a los alimentos que consumimos. Estas situaciones tienen implicaciones de potenciales efectos negativos en el crecimiento y desarrollo de los organismos, pero particularmente están relacionados con problemas de salud humana; efectos explicados en parte por su pequeño tamaño y su composición química. En el caso de las poblaciones humanas, uno de los principales componentes químicos en los microplásticos, los ftalatos, están relacionados con efectos como la baja calidad del semen, el riesgo de padecer asma durante la infancia, limitaciones en el neurodesarrollo e incluso algunos tipos de cáncer como el de seno y uterino. De esta manera este documento y después de su lectura completa, busca despertar en los lectores la curiosidad y el interés por conocer más sobre este tipo de contaminantes que afectan no sólo al ambiente, sino que también impactan de forma adversa la salud individual y la de las personas que nos rodean.

Palabras clave: microplásticos, contaminación, ambiente.

Como su nombre indica los microplásticos son pequeñas partículas de plástico sintético de diferentes tamaños en un rango muy amplio, frecuentemente menores a los 5 milímetros (las menores a 100 nanómetros se conocen como nanoplásticos) y con distinta composición química. Es de resaltar que son considerados como contaminantes que se pueden localizar en cualquier lugar del planeta. Además, los microplásticos debido a su composición, también tienen un rol importante como acarreadores de otras sustancias químicas contaminantes. Estas últimas tienen efectos nocivos en los organismos de ecosistemas naturales y sobre la salud de poblaciones humanas.

Por su origen los microplásticos se agrupan como primarios y secundarios. Los primarios son aquellos específicamente elaborados como partículas pequeñas, así como diminutas fibras sintéticas de plástico; ambas con diversos usos industriales y relacionadas a distintas situaciones de consumo. Como ejemplo de los primarios tenemos las microperlas usadas en productos de cuidado personal (como los exfoliantes y pastas de dientes) y los pellets en la manufactura de productos de plástico (pequeñas esferas plásticas de fácil manejo destinadas a su transformación industrial). Las diminutas fibras sintéticas son de poliéster, nylon y acrílico, que se originan de la producción de telas con estos materiales.

Los microplásticos secundarios se generan de la degradación de objetos plásticos de mayor tamaño. Debido a que con el paso del tiempo estos se encuentran expuestos a factores ambientales como la radiación solar, corrosión, temperatura y fuerzas mecánicas, lo que provoca su fragmentación a una escala micro.¹ La figura 1 muestra algunas imágenes de microplásticos obtenidas a partir de agua del Lago de Chapala, la cual después de un procesamiento adecuado permitió recuperar dichos contaminantes. Puede observarse como en este caso algunas de ellas tienen formas irregulares y de fibras, ambas de diversos tamaños.

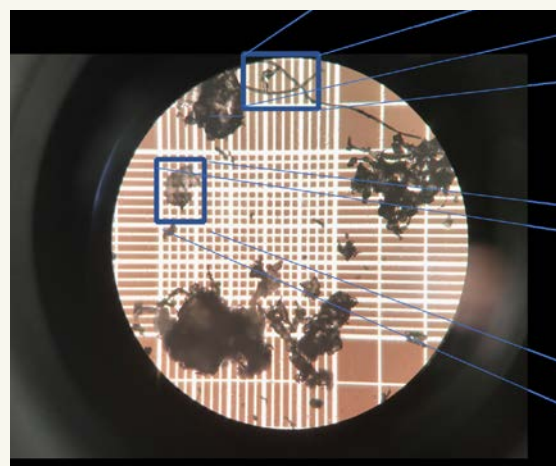



Figura 1. Ejemplo de microplásticos obtenidos a partir de muestras de agua del lago de Chapala. En la parte superior derecha y mediante zoom se aprecia una fibra sintética, mientras que en la parte inferior derecha se observa una partícula de plástico semitransparente. Fotos cortesía del Dr. Daryl Rafael Osuna Laveaga.



El origen de los microplásticos también se relaciona con otras rutas o mecanismos que derivan de distintas situaciones cotidianas, contribuyendo así a su presencia en el ambiente. Por ejemplo, el manejo y disposición inadecuados de los desechos plásticos en las grandes urbes o en las ciudades costeras con actividades recreativas. Situación que propicia que lleguen a cuerpos de agua naturales y bajo las condiciones ambientales imperantes son propensos a la degradación y fragmentación.

También podemos mencionar las descargas de aguas residuales de plantas de tratamiento como fuente de estos contaminantes. La infraestructura de saneamiento de las aguas residuales normalmente cuenta con plantas y procesos de tratamiento para contaminantes convencionales (materia orgánica, sólidos

suspendidos totales, grasas, etc.). Pero carecen del equipo adecuado para capturar y retener eficientemente los microplásticos, situación que contribuye a su liberación en el ambiente. Como un ejemplo de la actividad industrial que produce aguas residuales con microplásticos, tenemos la fabricación de textiles sintéticos para prendas de vestir. Las prendas normalmente son lavadas con agua y es aquí que ocurre el desprendimiento de fibras sintéticas en concentraciones altas. Hasta este punto, podemos decir que el destino de los microplásticos está estrechamente vinculado a los cuerpos de aguas naturales como sitios de destino.² Un ejemplo más relevante de la presencia de plásticos y microplásticos con consecuencias negativas al ambiente se describe más adelante.

En el caso de los microplásticos en el aire ambiente estos pueden derivar de la abrasión o desgaste de los neumáticos de los vehículos, el desgaste de las calles y carreteras asfaltadas, de algunos tipos de actividades industriales y de la fragmentación de desechos plásticos en calles, avenidas, tiraderos a cielo abierto, etc. Es de resaltar que la presencia de los microplásticos en el aire está en parte relacionada con el enorme número de vehículos automotores que circulan diariamente. Para dimensionar el tamaño del problema potencial de los microplásticos generados por el parque vehicular nacional, veamos las siguientes cifras. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)³ hasta agosto del 2024, existían 33.4 millones de automóviles, 874 mil autobuses de pasajeros y casi 12 mil camiones de carga, todos ellos registrados oficialmente y en circulación. Sólo la cifra de automóviles implica el uso de 133.6 millones

de neumáticos elaborados con materiales plásticos y aditivos, que por rodamiento se desgastan y propician abrasión, con la consecuente generación de microplásticos. Por lo que el impacto de los microplásticos en la calidad del aire ambiente, principalmente de las grandes ciudades de nuestro país, aún es incierto. Una vez así generados entran al aire ambiente por resuspensión debido a los vehículos y las corrientes de aire por sus altas velocidades de circulación. Además, de manera natural los vientos a diferentes intensidades también intervienen en esta situación. Estas condiciones favorecen que ellos puedan ser transportados incluso a largas distancias, donde posteriormente por gravedad caerán y podrán incorporarse al agua y suelo.

Respecto a la composición química, los microplásticos se conforman de moléculas pequeñas o monómeros (moléculas simples que se unen a otras similares para formar un plástico), integradas de átomos de carbono e hidrógeno. Es decir, son un tipo de hidrocarburos provenientes del petróleo crudo, aunque también pueden derivar del gas natural, el carbón, etc. El petróleo al someterse a un proceso de refinación produce un derivado llamado nafta, conformado por moléculas grandes de hidrocarburos. Después la nafta es separada y se le aplica un proceso químico (catálisis) que permite su ruptura en monómeros de etileno y polipropileno.

Estos se pueden unir en cadenas largas para formar polímeros de los distintos tipos de plásticos. Los compuestos más frecuentes en la elaboración de plásticos son el polietileno, polipropileno, poliestireno, policloruro de vinilo y poliacrilonitrilo, solos o en mezclas con distintas proporciones. También es habitual el uso de aditivos químicos que otorgan propiedades a los plásticos como flexibilidad, resistencia a la corrosión, pigmentación y durabilidad, entre otras. Algunos de los plásticos y microplásticos pueden descomponerse y liberar estos aditivos químicos al ambiente, los cuales en muchos casos son tóxicos.

El estudio de la presencia de los microplásticos en el ambiente (agua dulce y salada, suelo, sedimentos, aire, alimentos e incluso en el interior de organismos vivos) ha adquirido importancia relevante. Un ejemplo del impacto negativo por la presencia de estos contaminantes en el agua a nivel global, es lo que se conoce como “islas de plásticos”.

Estas islas son agrupaciones de residuos no biodegradables, mayoritariamente plásticos y microplásticos flotantes en los mares y océanos. Las corrientes marítimas de estos cuerpos de agua los transportan hacia zonas de grandes vórtices o remolinos, contribuyendo a su continua acumulación, formando grandes extensiones en su superficie. Actualmente se registran siete

principales islas de plásticos destacando cinco como las de mayor importancia. La más grande es la isla de plásticos del Pacífico, ubicada entre la zona de California y el archipiélago Hawaiano con una extensión similar a la de varios países europeos. Las otras cuatro islas de plásticos son la del océano Índico, la del océano Atlántico (ubicada en aguas internacionales frente a los Estados Unidos y México), la del Pacífico Sur y finalmente la isla de plásticos del Atlántico Sur. La figura 2 muestra la ubicación de las cinco islas de plásticos. Es importante mencionar que existe un mayor número de islas de menor extensión distribuidas en diferentes regiones de nuestro planeta. Es relevante no olvidar el rol de los ríos en la transportación de los microplásticos hacia distintos cuerpos de agua, los cuales posteriormente incluso pueden depositarse en los sedimentos del fondo marino y lacustre.

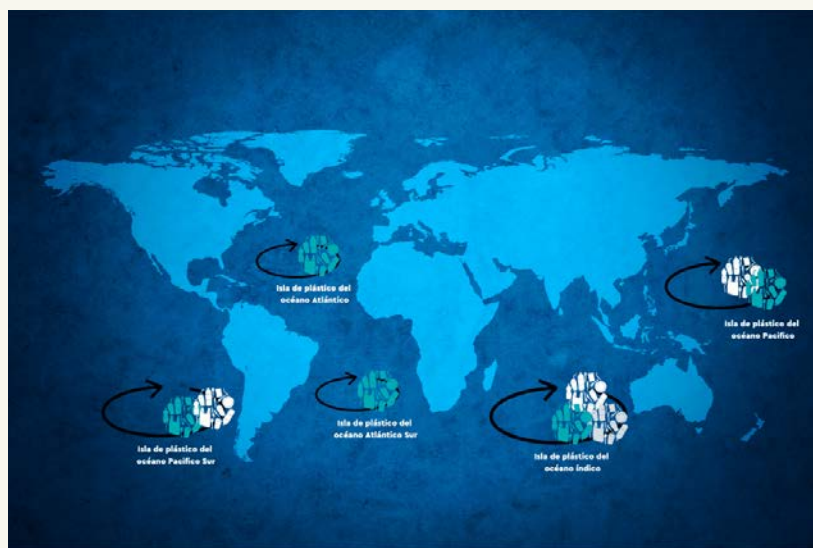


Figura 2. Ubicación de las cinco principales “islas de plásticos” en los mares y océanos del mundo. Tomado y modificado de: www.thegravitywave.com

Se resalta que el pequeño tamaño de los microplásticos les permite acumularse en animales y plantas, lo que interfiere con sus capacidades de crecimiento, desarrollo e incluso de reproducción. Por esta situación en los ecosistemas naturales provocan

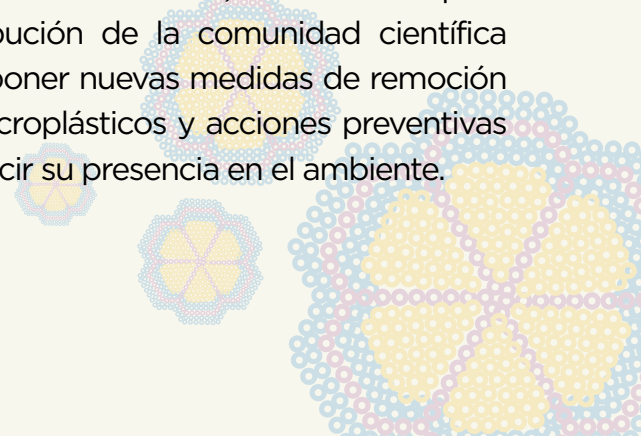
disminución de la flora y la fauna, así como decremento de la productividad, interfieren en el ciclo del nitrógeno, en la producción de oxígeno y en la fijación de carbono. Posteriormente algunas de estas especies de animales y plantas son consumidas como

alimento por las poblaciones humanas y otros organismos en diferentes ecosistemas, lo que permite a los microplásticos integrarse a la cadena alimenticia. Un ejemplo para ilustrar una situación que contribuye a la integración de los microplásticos a la cadena alimenticia, es el uso aguas y lodos residuales que derivan de su tratamiento. Estos son usados para el riego y fertilización de tierras productoras de hortalizas para consumo o áreas verdes, contaminando así los suelos, cultivos y la vegetación en general. Dicha situación conlleva al inicio del proceso de bioacumulación en distintas partes del cuerpo de los seres vivos. Por ello la ingestión se considera que es una de las principales vías de exposición, en especial en el caso de las poblaciones humanas.

La presencia de algunos de los aditivos químicos en la fabricación de los plásticos es fundamental para entender los efectos negativos de los microplásticos sobre la salud humana y el desarrollo de otras especies. Concretamente nos referimos al grupo de compuestos conocidos como ftalatos, uno de los más peligrosos para la salud humana. La actual atención que despiertan estos compuestos es porque en su forma original, o sus metabolitos, alteran o interfieren con las funciones normales de glándulas y del metabolismo en los organismos (son conocidos como disruptores endócrinos y disruptores metabólicos, respectivamente). Su presencia en el organismo puede ocasionar enfermedades. La información más reciente

en estudios de salud humana y su vínculo con estos compuestos químicos, sugiere que los ftalatos y sus metabolitos están relacionados con la baja calidad del semen y un menor neurodesarrollo (tanto por exposición prenatal y postnatal), así como el riesgo de padecer asma durante la infancia. También existe evidencia de una relación con el bajo peso de los recién nacidos, desarrollo de endometriosis, disminución en la producción de la hormona testosterona, presencia de autismo, el desorden hiperactivo de déficit de atención, incluso con padecimientos como la diabetes tipo 2, así como cáncer uterino y de seno, entre otros padecimientos. Por ello es que a los microplásticos se les considera acarreadores de sustancias químicas nocivas.⁴

El problema de la contaminación por microplásticos para su solución requiere la participación de la sociedad al modificar sus hábitos de consumo sobre cualquier producto de plástico o que en su origen contenga microplásticos. Esto implica la colaboración coordinada de otros sectores sociales, tales como las organizaciones de gobierno e internacionales, a través de políticas públicas a favor del mejoramiento del ambiente. Permitiendo así un manejo adecuado de los residuos de plásticos y microplásticos, y de límites en su producción a escala industrial. Además, también se espera la contribución de la comunidad científica para proponer nuevas medidas de remoción de los microplásticos y acciones preventivas para reducir su presencia en el ambiente.



Conclusiones

En conclusión, los microplásticos son un contaminante presente en todas partes del mundo e incluso al interior de los organismos vivos, incluyendo los seres humanos. Su presencia en el ambiente tiene su origen en los plásticos que usamos cotidianamente para resolver distintas necesidades, desde empaquetar comida hasta la fabricación de telas sintéticas como el nylon y otras para la confección de vestimenta, así como en la producción de algunos productos de cuidado personal.

Desafortunadamente como sociedades humanas año con año seguimos generando enormes cantidades de este tipo de contaminantes. Debido a la falta de adecuadas estrategias para aminorar su presencia en el ambiente, irremediablemente llegan a los cuerpos de agua, suelo, aire, alimentos, etc. Es altamente probable que terminen alterando el funcionamiento y ciclos de vida de los organismos que forman parte de los ecosistemas naturales de los que depende

el hombre para subsistir. Incluso también es probable que los microplásticos hayan terminado en los alimentos que consumimos todos los días. Esta situación es el inicio del proceso de bioacumulación en el humano (así como en otros organismos) que puede generar graves problemas de salud en la mayor parte de la población mundial actual y de futuras generaciones.

Hernández-Mena, Leonel¹

lhernandez@ciatej.mx,

Del Real Olvera, Jorge¹

jdelreal@ciatej.mx,

Díaz-Torres, José de Jesús¹

jdiaz@ciatej.mx,

Osuna-Laveaga, Daryl Rafael²

ibt.drol@gmail.com,

1 Centro de investigación en Asistencia, Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), A.C.

2 Departamento de Ciencias Básicas y Aplicadas, Centro Universitario Tonalá, Universidad de Guadalajara.

1. Thacharodi, A., Hassan, S., Meenatchi, R., Bhat, M. A., Hussain, N., Arockiaraj, J., Ngo, H. H., Sharma, A., Nguyen, H., & Pugazhendhi, A. (2024). Mitigating microplastic pollution: A critical review on the effects, remediation, and utilization strategies of microplastics. *Journal of Environmental Management*, 351, 119988. doi.org
2. Ren, S., Sun, Q., Xia, S., Tong, D., & Ni, H. (2023). Microplastics in wastewater treatment plants and their contributions to surface water and farmland pollution in China. *Chemosphere*, 343, 140239. https://doi.org
3. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 13 de noviembre de 2024). Sistema de consulta, automóviles. www.inegi.org.mx
4. Eales, J., Bethel, A., Galloway, T., Hopkinson, P., Morrissey, K., Short, R., & Garside, R. (2021). Human health impacts of exposure to phthalate plasticizers: An overview of reviews. *Environment International*, 158, 106903. doi.org

Uso terapéutico del agave:

De la tradición a la nanotecnología

Orozco Rangel, Miriam de Lourdes
Zepeda Morales Adelaida Sara Minia
Gurrola Díaz, Carmen Magdalena
López Roa, Rocío Ivette.



Resumen

El agave es emblema y patrimonio cultural jalisciense y mexicano, y ha sido fuente de nutrientes desde tiempos prehispánicos. En la actualidad, investigaciones recientes han identificado en el agave distintas moléculas biológicamente activas, como antioxidantes, que favorecen la salud. La incorporación de moléculas de este tipo en vehículos novedosos y especializados, como son las nanopartículas, pueden generar efectos favorables para la salud. Este artículo explora el potencial uso del agave en el desarrollo de nuevas terapias y destaca la importancia de la colaboración interdisciplinaria tanto en su investigación, como en su aplicación.

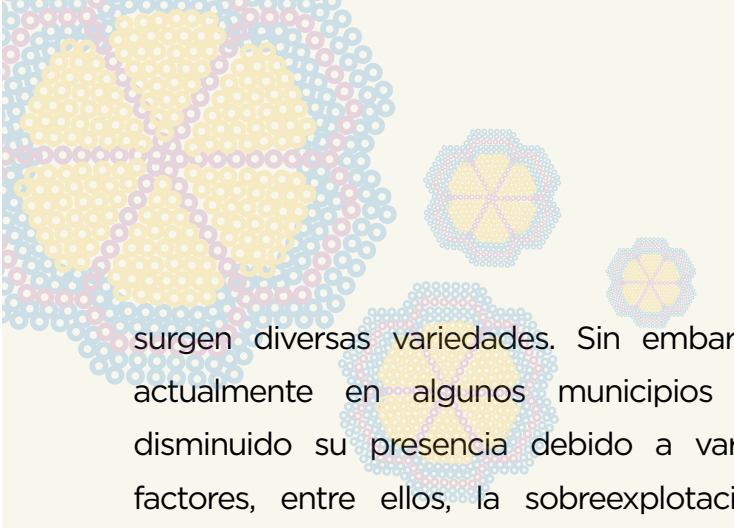
Palabras clave: Agave, nanopartículas, biomoléculas, ciencia traslacional.

¿Te imaginas que una planta tan emblemática como el agave, la cual ha servido durante miles de años para elaborar principalmente bebidas alcohólicas, como el tequila, el pulque, la raicilla y el mezcal, actualmente pueda también ser empleada como parte de alternativas terapéuticas? Como respuesta, iniciaremos con unos datos al respecto. El agave se encuentra distribuido a lo largo y ancho del mundo. Cuenta con más de 200 variedades, de las cuales, el 65% se encuentra en territorio mexicano. Dentro de esta última cifra, el 80% se ubica en la costa norte y en la sierra madre occidental de Jalisco, región que alberga alrededor de 104 variedades, lo cual constituye una riqueza biótica importante con un elevado valor económico, cultural y alimenticio para la zona ¹



Figura 1. Agave silvestre ubicado en la Sierra Madre Occidental de Jalisco, México. Fotografía realizada por Ramírez Martínez Manuel, 2019.

El campo cultivado con agave conforma un paisaje típico, ya sea por encontrarse en plantaciones o bien por una distribución silvestre en los bosques de coníferas entre pinos, encinos y robles. En estos entornos, nacen y crecen de manera silvestre distintas especies de la planta, entre las que destacan: Maximiliana, Valenciana, Inaequidens, Angustifolia y Rhodacantha; de las cuales,



surgen diversas variedades. Sin embargo, actualmente en algunos municipios ha disminuido su presencia debido a varios factores, entre ellos, la sobreexplotación, enfermedades, plagas y deforestación; obligando de esta forma a los productores a tener que cultivar la planta o caminar largos trayectos a la montaña para conseguirla^{1,2}.

La conservación de esta planta requiere de la implementación de estrategias biotecnológicas y de prácticas agrícolas adecuadas que permitan su preservación aún ante amenazas ambientales y ecológicas. Lo anterior, representa salvaguardar la diversidad del agave silvestre como una tarea fundamental no solo para la economía y la cultura local, sino también como parte del patrimonio cultural mexicano y un recurso con potencial uso terapéutico, puesto que el agave ha sido utilizado desde tiempos prehispánicos como una fuente importante de hidratación y de nutrientes. No obstante, ahora se considera que podría esconder propiedades medicinales insospechadas.

En su uso médico tradicional, se ha empleado en combinación con diversas hierbas como

el árnica, romero y ruda para aliviar dolores menores, así como con veneno de animales para tratar picaduras. Además, se ha mezclado con azenco, yerbabuena y ocote para tratar enfermedades del estómago¹. Sin embargo, hoy en día, se conoce que el agave contiene moléculas (principalmente antioxidantes) con propiedades benéficas, lo que podría favorecer el desarrollo de medicamentos que permitan el tratamiento de enfermedades crónicas no transmisibles como el cáncer y la diabetes³. Cabe mencionar que, para lograr una efectiva administración, es necesaria una formulación farmacéutica adecuada como jarabes, cápsulas y/o inyecciones. Y, por qué no pensar en desarrollar formulaciones más novedosas, como aquellas que incorporan nanopartículas.

Una nanopartícula es una partícula de un tamaño totalmente imperceptible para el ojo humano, pues representa a una partícula de un milímetro dividida en un millón de partes! Estas partículas “enanas” han ganado una gran relevancia en las ciencias farmacológicas, ya que actúan como vehículos para transportar moléculas al sitio de acción en el organismo en un tiempo corto, como varios segundos⁴.

Entonces, si imaginamos que creamos nanopartículas de agave, ¿cómo hacemos para transformarlas en un tratamiento que ayude a mantener o recuperar la salud? De forma convencional, estos procesos requieren de una enorme inversión de recursos económicos y de todo tipo, por parte de investigadores, académicos y empresas farmacéuticas. Además, hay que pasar por varios trámites y permisos de las autoridades de salud correspondientes para poder fabricar, distribuir y vender el tratamiento, lo que puede implicar hasta un periodo de treinta o más años. Sin embargo, los acontecimientos recientes han demostrado que es posible encontrar soluciones

rápidas a problemas de salud emergentes, tal y como ocurrió durante la pandemia causada por el coronavirus (COVID-19), cuando se logró desarrollar una vacuna en un periodo de tiempo récord.

Considerando lo anterior ¿sería posible desarrollar con la misma eficacia nanopartículas que incorporen biocomponentes del agave y ayudar a la población a resolver un problema de salud? Hoy en día, la respuesta es “sí es posible”, gracias a la ciencia traslacional, que promueve la colaboración entre distintos profesionistas en la búsqueda de la innovación

de procesos y el pensamiento sistemático, teniendo siempre como base el conocimiento y la metodología científica. Es su objetivo primordial el conectar la investigación y el trabajo de laboratorio con la creación de productos o procesos tangibles que tengan un impacto positivo en la población, sea éste en el área de salud o en alguna otra área de oportunidad de mejora científica. Así pues, un proceso que nos llevaría treinta años en realizar para poder tomar nanopartículas de agave con efecto terapéutico, es posible acelerarlo sin por ello poner en peligro a la salud de la población.

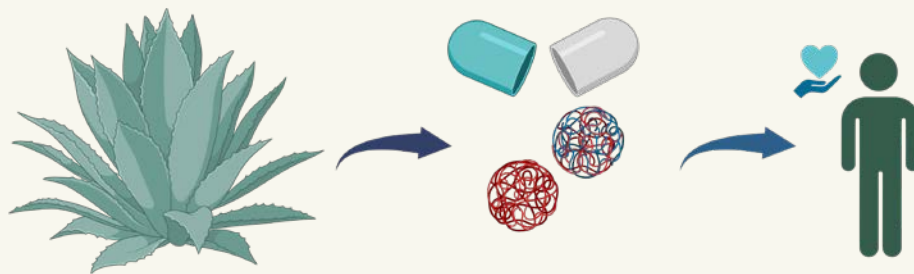


Figura 2. Agave: de la tradición a la nanotecnología. Ilustración original, realizada en BioRender.com.

Conclusiones

El agave, una planta emblemática de México, no sólo ha demostrado ser una importante fuente de nutrientes, sino que hoy día emerge como una potencial alternativa terapéutica. Lo anterior basado en investigaciones recientes que han revelado la presencia de compuestos bioactivos que podrían ser clave en el tratamiento de enfermedades crónicas no transmisibles como el cáncer y la diabetes. Por lo que, a través de enfoques innovadores, como la generación de nanopartículas, es posible maximizar la efectividad y biodisponibilidad de estos compuestos al dirigirlos de manera exacta al sitio deseado en el organismo, con una dosis segura.

No obstante, el desarrollo de nuevos tratamientos a partir de nanopartículas con compuestos bioactivos del agave enfrenta grandes retos, ante los cuales, la ciencia traslacional es una herramienta fundamental para acortar la distancia entre el descubrimiento en un laboratorio y su aplicación en la clínica, permitiendo que los hallazgos científicos puedan convertirse

en soluciones concretas de salud en un menor tiempo. Lo anterior, aunado a la colaboración interdisciplinaria y el avance en biotecnologías agrícolas que garantizarán la preservación de la diversidad del agave y el amplio aprovechamiento de su potencial terapéutico. Aún falta mucho camino que recorrer en la investigación de esta milenaria planta, pero en sus jugos curativos podríamos encontrar la llave que nos conduzca a mitigar algunos importantes problemas de salud en nuestro tiempo.

Orozco Rangel, Miriam de Lourdes^{1,2}

miriam.orozco@alumnos.udg.mx

Zepeda Morales, Adelaida Sara Minia²

adelaida.zepeda@academicos.udg.mx

Gurrola Díaz, Carmen Magdalena³

carmen.gurrola@academicos.udg.mx

López Roa, Rocío Ivette⁴

rocio.lopez@academicos.udg.mx

1. Doctorado en Ciencias en Bioquímica Molecular y Traslacional; Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara.
2. Laboratorio de Análisis Clínicos e Investigación Traslacional; Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara.
3. Instituto de Investigación en Enfermedades Crónico Degenerativas; Departamento de Biología Molecular y Genómica; Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara.
4. Laboratorio de Investigación y Desarrollo Farmacéutico; Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara.

1. Franco-Gordo, M., Goyas-Mejía, R., Navarro-Ochoa, A., Nuño-Gutiérrez, M. R., Tulet, J. C., Carreón-Álvarez, M. A., Sánchez-Huerta, A. I., Trujillo-Orozco, A. G., Zamudio-Ojeda, A., Zurita-Martínez, F. La raicilla: herencia y patrimonio cultural de Jalisco. México: Ed. Universitaria, Universidad de Guadalajara; 2015.
2. Delgado-Aceves, M. L., Gutiérrez-Mora, A., Salcedo-Ríos, B. & Corona-Pérez, S. Manejo agrobiotecnológico para la producción y conservación de Agave maximiliana Baker Sierra-Occidental de Jalisco. México: Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco; 2024.
3. Bermúdez-Bazán, M.; Castillo-Herrera, G.A.; Urias-Silvas, J.E.; Escobedo-Reyes, A.; Estarrón-Espinosa, M. Hunting Bioactive Molecules from the Agave Genus: An Update on Extraction and Biological Potential. J. Molecules 2021, 26, 6789.
4. Dueñas-Bolaños C.A., Cid-Hernández M., Velázquez-Juárez G., García-Casillas L.A., González-Ortiz L.J., Sánchez-Peña M.J., Herrera-González A., Zúñiga-González O.G., López-Naranjo E.J. Use of Residual Malt from an Artisanal Beer Brewing Process in the Biosynthesis of Silver Nanoparticles Mediated by Nucleating and Structure-Directing Agents. J. Molecules. 2024; 29(7):1660

De la cocina a la farmacia:

El ajo como auxiliar antiinflamatorio en la obesidad

Melchor-González, Abril
Rendón-Beltrán, Montserrat
Meza-Rios, Alejandra
Zepeda-Morales, Adelaida Sara Minia



RESUMEN

El ajo (*Allium sativum*), es mucho más que un simple condimento en nuestras comidas, desde hace siglos ha sido valorado por sus amplias propiedades curativas en la medicina herbolaria. Gran parte de dichas propiedades se deben a uno de sus principales componentes con actividad biológica llamado alliin, el cual ha mostrado tener efectos benéficos en personas con obesidad. La obesidad es una condición que afecta a millones de personas en el mundo, donde las personas con obesidad presentan inflamación y un desbalance en el sistema inmunológico. El alliin actúa como un escudo, ayudando a reducir la inflamación y modulando las defensas del cuerpo, lo que puede mejorar la salud en general.

PALABRAS CLAVE Ajo (*Allium sativum*), Obesidad, Inflamación, Inmunomodulación, Alliin.



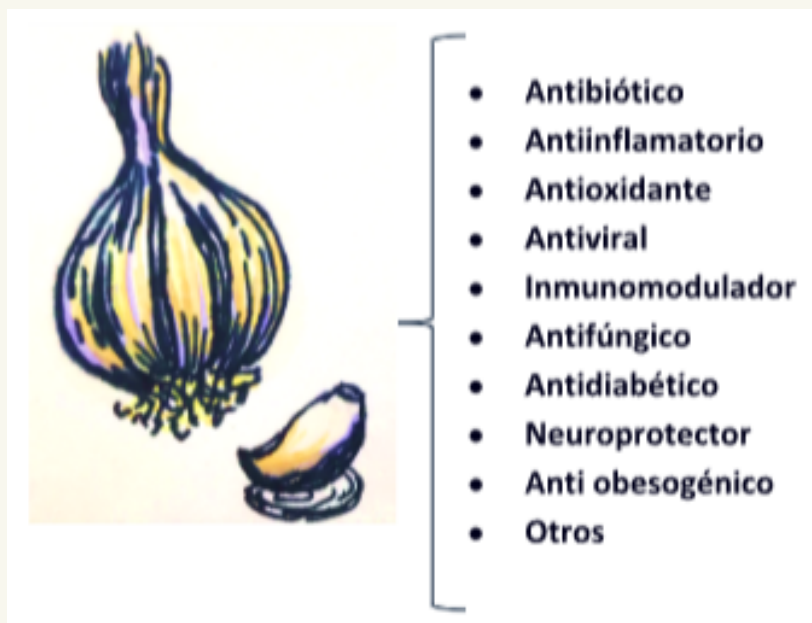
Introducción

La obesidad se ha convertido en uno de los problemas de salud más grandes a nivel mundial. Una de las principales razones es que llevamos un estilo de vida cada vez más sedentario, con poca actividad física y una alimentación obesogénica rica en grasas y azúcares simples. La obesidad es una condición que afecta a miles de personas y se asocia con otras patologías.

Como parte del tratamiento de la obesidad se incluye el adoptar una mejor alimentación, con una dieta equilibrada, rica en frutas, verduras y proteínas saludables, hacer ejercicio y en ocasiones se acompaña de medicamentos. Pero ¿sabías que ciertos alimentos pueden ayudar a complementar estos tratamientos? Todos conocemos el ajo, ese ingrediente que no solo mejora el sabor de las comidas, sino que también nos puede ayudar en el tratamiento de diversas enfermedades, incluidas la obesidad.

La fisiopatología de la obesidad está relacionada con el desarrollo de inflamación crónica de bajo grado, es decir, una inflamación constante en el cuerpo que es silenciosa y puede causar daño a largo plazo, por lo tanto, la prevención y el manejo de la inflamación forman parte del tratamiento, y es aquí donde el ajo desempeña su función. En la medicina tradicional ha sido utilizado como antibiótico natural desde tiempos antiguos; entre sus moléculas activas contiene sustancias azufradas como el alliin. Varios estudios científicos han mostrado diversos efectos de esta molécula, incluida la antiinflamatoria. Cuando comemos ajo, nuestro cuerpo recibe un refuerzo natural que nos ayuda a reducir la inflamación. Imagina que tu cuerpo está en “alerta roja” cuando tiene inflamación, pero al consumirlo, es como si la alerta bajara a “verde”, ayudando a que el cuerpo funcione de manera más tranquila y eficiente.

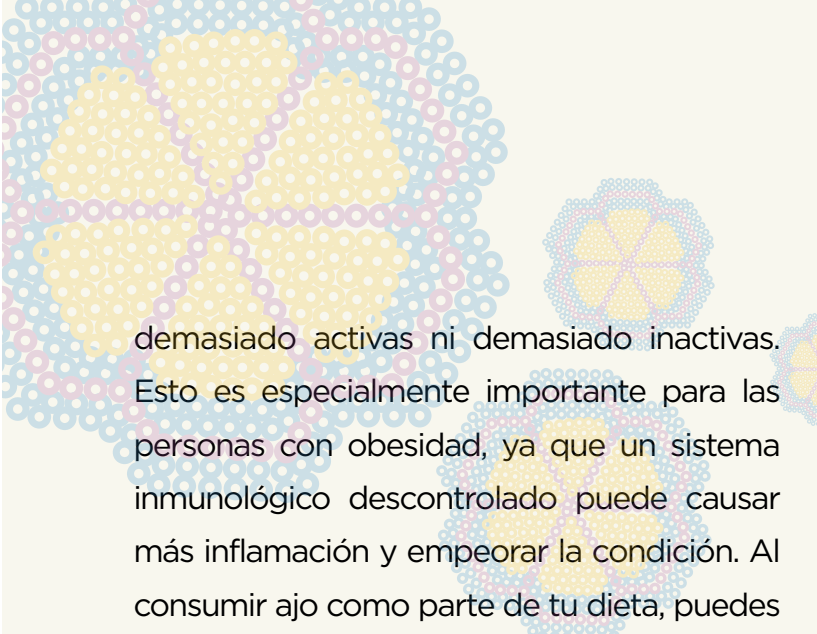
Este efecto antiinflamatorio podría ser clave para combatir la obesidad. La inflamación crónica no solo contribuye al aumento de peso, sino que también está relacionada con enfermedades como la diabetes y el cáncer. Un estudio en la revista *Nutrients* encontró que el consumo regular de ajo puede mejorar las funciones del sistema inmunológico y ayudar a prevenir enfermedades relacionadas con la inflamación, como la diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares. En otras palabras, el ajo puede ser un complemento ideal para mejorar la salud y prevenir complicaciones asociadas con el sobrepeso¹.



1. Principales efectos del ajo en la salud. Consumido regularmente, el ajo aporta propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y de apoyo al sistema inmunológico.

Ilustración Cortesía de Meza-Ríos A., y Melchor-González A.

El ajo también es un gran aliado para la salud. Cuando hablamos del sistema inmunológico, nos referimos a las defensas de nuestro cuerpo contra las infecciones y las enfermedades. En las personas con obesidad, estas defensas suelen estar desequilibradas, lo que significa que el cuerpo no responde como debería. Se ha descrito que el ajo ayuda a equilibrar las defensas del cuerpo (inmunomodulación), asegurando que no estén ni



demasiado activas ni demasiado inactivas. Esto es especialmente importante para las personas con obesidad, ya que un sistema inmunológico descontrolado puede causar más inflamación y empeorar la condición. Al consumir ajo como parte de tu dieta, puedes ayudar a que tu sistema inmunológico trabaje mejor, manteniendo un equilibrio adecuado y evitando que las defensas del cuerpo reaccionen de forma exagerada perjudicando tu salud y bienestar. Diversos estudios han evaluado el efecto del ajo en la salud, especialmente en personas con obesidad. Un estudio publicado en Wiley demostró que el consumo de ajo mejora la respuesta del cuerpo frente al estrés oxidativo y reduce la inflamación. Esto significa que el ajo puede ayudar a tu cuerpo a combatir el daño causado por los radicales libres, unas moléculas que dañan las células y que están relacionadas con muchas enfermedades, incluida la obesidad².

Por esas razones el ajo es considerado un alimento funcional y probablemente te preguntes, ¿qué es un alimento funcional? Pues es un alimento que, además de nutrirnos, nos aporta beneficios para la salud. El ajo es un excelente ejemplo, ya que no solo nos nutre, sino que también nos ayuda a combatir la inflamación y a mejorar la respuesta del sistema inmunológico. Pero ¡ojo!, no reemplaza la necesidad de una alimentación balanceada o de medicación, pero puede ser un excelente complemento.

¿Cómo puedes incluir el ajo en tu vida? Agregar ajo a tu vida es muy fácil. Puedes consumirlo de muchas formas, pero si quieres aprovechar al máximo sus propiedades, lo mejor es comerlo crudo. Cuando se cocina, pierde muchos de sus químicos. Así que, añádelo fresco a tus alimentos después de que estos

estén cocinados. Algunos estudios incluso sugieren que el ajo en polvo o en cápsulas también puede tener beneficios similares. No necesitas exagerar; incluir un diente de ajo al día puede ser suficiente para empezar a ver sus efectos positivos.



CONCLUSIONES

Con base en estudios científicos hasta ahora publicados sobre el ajo y el alliin, estos componentes de la cocina ayudan a reducir la inflamación crónica en personas con obesidad y a mantener el fino balance del sistema inmunológico, lo que reduce los procesos inflamatorios y el estrés oxidativo. Consumirlo de forma regular y preferiblemente crudo, puede coadyuvar a los tratamientos convencionales como la dieta, el ejercicio y los medicamentos. Aunque no es un sustituto a los otros tratamientos, sus efectos benéficos en la salud lo convierten en un excelente alimento funcional, lo cual puede auxiliar, tanto a la prevención y el tratamiento de la obesidad.

Melchor-González, Abril^{1,2}

abril.melchor4890@alumnos.udg.mx

Rendón-Beltrán, Montserrat³

montserrattendon.eb@uas.edu.mx

Meza-Rios, Alejandra²

alejandra.mezarios@academicos.udg.mx

Zepeda-Morales, Adelaida Sara Minia²

adelaida.zepeda@academicos.udg.mx

1. Doctorado en Ciencias en Bioquímica Molecular y Traslacional
2. Laboratorio de Análisis Clínicos e Investigación Traslacional, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, Guadalajara 44430, Jalisco, Mexico
3. Licenciatura en Biomedicina, Universidad Autónoma de Sinaloa, Cd Universitaria, Universitaria, 80040 Culiacán Rosales, Sinaloa.

1. Sánchez-Sánchez MA, Zepeda-Morales ASM, Carrera-Quintanar L, Viveros-Paredes JM, Franco-Arroyo NN, Godínez-Rubí M, et al. Alliin, An Allium sativum Nutraceutical, Reduces Metaflammation Markers in DIO Mice. *Nutrients* [Internet]. 2020 Feb 27;12(3):624. Available from: www.mdpi.com
2. Quintero-Fabián S, Ortuño-Sahagún D, Vázquez-Carrera M, López-Roa RI. Alliin, a Garlic (*Allium sativum*) Compound, Prevents LPS-Induced Inflammation in 3T3-L1 Adipocytes. *Mediators of Inflammation* [Internet]. 2013 Jan 1;2013:1-11. Available from: pmc.ncbi.nlm.nih.gov

Agave maximiliana Baker

El tesoro escondido en el corazón de Jalisco.

Tabares-Escamilla, Luis Francisco
Jaramillo-Flores, María Eugenia
Meza-Canales, Iván David
Anguiano-Sevilla, Luis Alberto

Resumen:

El Agave maximiliana Baker, conocido como Maguey Lechuguilla, destaca en la flora de Jalisco por su resistencia y belleza. Su nombre honra al emperador Maximiliano I y al botánico John G. Baker, quien la describió científicamente en 1829. Esta planta de clima templado y húmedo, originaria de las zonas montañosas de la sierra de Jalisco y Nayarit, es reconocida por sus hojas carnosas y espinas prominentes, que le otorgan una majestuosa apariencia. Además de ser una pieza fundamental en los ecosistemas al atraer polinizadores y prevenir la erosión del suelo, es la base de la tradicional bebida Raicilla y aporta beneficios económicos a la región en industrias de alimentos, textiles, cosmética y biocombustibles. Así, el Agave maximiliana es más que una planta: es símbolo de biodiversidad, cultura y desarrollo para Jalisco.

Palabras Claves: Agave maximiliana Baker, Raicilla, Biodiversidad, conservación.

Introducción

Jalisco es conocido por su amplia diversidad de agaves, y entre ellos, el Agave maximiliana Baker, comúnmente llamado Maguey Lechuguilla, es un verdadero tesoro botánico y cultural. Su nombre honra al emperador Maximiliano I (1832-1867) y al botánico británico John Gilbert Baker (1834-1920), quien documentó por primera vez la especie en 1829, en un momento en que era prácticamente desconocida.

El Maguey Lechuguilla es una especie adaptada a las regiones montañosas con climas templados y húmedos. Sus hojas, llamadas pencas, miden entre 40 y 80 cm de largo y hasta 20 cm de ancho. De color variable entre verde amarillento y azul pálido, presentan una forma lanceolada o

semiovalada. Sus bordes ondulados están adornados con dientes prominentes y una espina cónica de 2.5 a 4.0 cm en la punta, que otorgan al paisaje semiárido un toque de majestuosa belleza natural.

Este agave se distribuye principalmente en la sierra de Jalisco y Nayarit, especialmente en municipios como Mascota, San Sebastián del Oeste, Chiquilistlán, Atenguillo y las zonas altas de Puerto Vallarta. Aunque hoy en día también se cultiva, muchas poblaciones silvestres aún prosperan en estas zonas, manteniendo su presencia en el entorno natural¹

El Agave maximiliana Baker desempeña un papel fundamental en el ecosistema de la sierra, apoyando la biodiversidad y

contribuyendo a la estabilidad ambiental. Esta planta atrae polinizadores especializados como el murciélago magueyero (*Leptonycteris curasoae*) y proporciona refugio y alimento a insectos y animales pequeños, como las abejas. Sus raíces, además, conservan el suelo al evitar la erosión y retener agua, lo cual ayuda a la recuperación de suelos degradados. La resistencia del Maguey Lechuguilla a los climas secos y su capacidad de soportar sequías prolongadas hacen que sea una especie clave para la resiliencia ecológica de estos ecosistemas².



Imagen de la planta de Agave maximiliana Baker con un periodo aproximado de tres años

Foto cortesía de Anguiano Sevilla L.A.

Los habitantes de la Sierra Occidental de Jalisco han utilizado esta planta desde tiempos ancestrales, integrándola profundamente en sus tradiciones. Uno de sus productos más notables es la Raicilla, un destilado con denominación de origen, que se ha ganado un lugar importante por su sabor único con notas ahumadas, terrosas y frutales. Similar al mezcal, la Raicilla puede disfrutarse tanto sola como en cócteles, siendo un símbolo de la herencia cultural de la región.

Además del uso en bebidas, las pencas del agave tienen propiedades curativas, utilizadas para aliviar inflamaciones, problemas digestivos e infecciones bacterianas, utilizadas en la medicina tradicional de la región. También se extrae jarabe de agave como endulzante natural, que contiene menos calorías y es apto para personas con diabetes. Las fibras de las pencas son aprovechadas en la fabricación de sogas y textiles por empresas como Grupo Solave y Terragave, que promueven la industria

sustentable de estos materiales¹.

En los Altos de Jalisco, Amatitlán y la Zona Metropolitana de Guadalajara, se han desarrollado usos innovadores de los residuos de agave, como fibras y jugos para cosméticos y biocombustibles, aprovechando su riqueza en azúcares. Esta versatilidad posiciona al Agave maximiliana Baker como una especie de enorme potencial para el futuro, capaz de apoyar una economía sostenible en la Sierra Occidental².



Imagen con contenido de las historias en las tabernas de "Mascota" Jalisco, donde se brinda la historia detrás del destilado de "Raicilla"
Foto Cortesía de Anguiano Sevilla L, A.

El Agave maximiliana Baker no solo es un recurso valioso para la producción de Raicilla, sino que impulsa la economía regional al generar empleos, fomentar el turismo y mejorar la infraestructura. Su versatilidad y valor cultural han convertido a esta planta en una verdadera joya para Jalisco, siendo este el recurso con mayor importancia de las zonas y proyectando su potencial para el futuro de la región.

Conclusión

El Agave maximiliana Baker, conocido como Maguey Lechuguilla, es una especie botánica de gran valor ecológico, cultural y económico para la región de Jalisco. Su adaptación a climas montañosos y su capacidad de conservar el suelo y atraer polinizadores, contribuyen de manera significativa a la estabilidad de los ecosistemas locales. Además de su papel ecológico, esta planta sostiene prácticas culturales ancestrales, como la producción

de Raicilla, y ofrece múltiples aplicaciones en medicina, agroindustria y biotecnología. La exploración de sus usos en cosmética y biocombustibles subraya su versatilidad y su potencial para fomentar una economía sostenible. El Maguey Lechuguilla no solo preserva el patrimonio natural y cultural de la sierra de Jalisco, sino que se proyecta como un motor de desarrollo económico y un símbolo de identidad para la región, consolidándose como la planta estrella y de mayor importancia de las zonas montañosas de Nayarit y Jalisco.

Tabares-Escamilla, Luis Francisco¹

luis.tabares2899@alumnos.udg.mx

Jaramillo-Flores, María Eugenia²

jaramillo_flores@hotmail.com

Meza-Canales, Iván David³

ivan.meza5024@academicos.udg.mx

Anguiano-Sevilla, Luis Alberto³

alberto.anguiano@academicos.udg.mx

1. Doctorado en Ciencias en Microbiología y la Biotecnología Molecular, CUCEI, Universidad de Guadalajara, Blvd. Marcelino García Barragán, No. 1421, Guadalajara 44430, México.
2. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas Unidad Zacatenco, del Instituto Politécnico Nacional, Wilfrido Massieu 399 Unidad Profesional Adolfo López Mateos Delegación Gustavo A. Madero C.P. 07738, Ciudad de México, México.
3. Laboratorio de Análisis Clínicos e Investigación Traslacional Departamento de Farmacobiología, CUCEI, Universidad de Guadalajara, Blvd. Marcelino García Barragán, No. 1421, Guadalajara 44430, México.

1. Delgado Aceves, M. de L., Gutiérrez Mora, A., Salcedo Ríos, B., & Corona Perez, S. (2024). MANEJO AGROBIOTECNOLÓGICO PARA LA PRODUCCIÓN y CONSERVACIÓN DE agave Maximiliana Baker (1a ed.). CIATEJ. <https://doi.org/10.5281/zenodo.12826117>
2. (2) Cabrera-Toledo, D., Vargas-Ponce, O., Ascencio-Ramírez, S., Valadez-Sandoval, L. M., Pérez-Alquicira, J., Morales-Saavedra, J., & Huerta-Galván, O. F. (2020). Morphological and genetic variation in monocultures, forestry systems and wild populations of Agave maximiliana of western Mexico: implications for its conservation. *Frontiers in plant science*, 11, 817.
3. (3) Santacruz-Ruvalcaba, F., Castañeda-Nava, J. J., Villanueva-González, J. P., García-Sahagún, M. L., Portillo, L., & Contreras-Pacheco, M. L. (2022). Micropropagation of Agave maximiliana Baker by axillary shoot proliferation. *Polibotánica*, (54), 139-151.

Gracias



Continuemos avanzando, guiados por el venado azul en nuestro viaje por el conocimiento y acompañados por el águila, mensajera de sabiduría, como lo ha hecho con nuestros antepasados desde tiempos prehispánicos.

Te invitamos a formar parte de el siguiente número. Envía tus artículos.