



# CIENCIAUANL

Revista de divulgación científica y tecnológica  
de la Universidad Autónoma de Nuevo León



- **Mezcales y otras delicias de la SMO**
- **Biocombustibles gaseosos y digestión anaerobia**
- **Avispas agalladoras en Nuevo León**



Año 27,  
Número 125  
mayo - junio 2024



Una publicación bimestral de la Universidad Autónoma de Nuevo León

Dr. Santos Guzmán López  
Rector

Dr. Juan Paura García  
Secretario general

Dr. Juan Manuel Alcocer González  
Secretario de investigación científica y desarrollo tecnológico

Dr. Guillermo Elizondo Riojas  
Director Ciencia UANL

Melissa del Carmen Martínez Torres  
Editora

#### Consejo Editorial

Dr. Sergio Estrada Parra (Instituto Politécnico Nacional, México) /  
Dr. Miguel José Yacamán (Universidad de Texas, EUA) / Dr. Juan Manuel Alcocer González (Universidad Autónoma de Nuevo León, México) /  
Dr. Bruno A. Escalante Acosta (Instituto Politécnico Nacional, México)

Redes y publicidad: Jessica Martínez Flores  
Diseño: Orlando Javier Izaguirre González  
Corrector de inglés: Mariana Sofía Saucedo Leal  
Corrección: Luis Enrique Gómez Vanegas  
Asistente administrativo: Claudia Moreno Alcocer  
Portada: Francisco Barragán Codina  
Webmaster: Mayra Silva Almanza

Ciencia UANL Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Año 27, N° 125, mayo-junio de 2024. Es una publicación bimestral, editada y distribuida por la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Dirección de Investigación. Domicilio de la publicación: Av. Manuel L. Barragán 4904, Campus Ciudad Universitaria, Monterrey, N.L., México, C.P. 64290. Teléfono: + 52 81 83294236, <https://cienciauanl.uanl.mx>, revista.ciencia@uanl.mx. Editora responsable: Melissa del Carmen Martínez Torres. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2021-060322550000-102, ISSN impreso: 2007-1175, Licitud de Título y Contenido: 14914, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor; ISSN-E: en trámite. Registro de marca ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial: 1437043. Responsable de la última actualización de este número: Melissa del Carmen Martínez Torres. Impresa por: Serna Impresos, S.A. de C.V., Vallarta 345 sur, Centro, C.P. 64000, Monterrey, Nuevo León, México. Fecha de terminación de impresión: 02 de mayo de 2024, tiraje: 1,400 ejemplares. Fecha de última modificación: 02 de mayo de 2024.

Las opiniones y contenidos expresados en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores y no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Prohibida su reproducción total o parcial, en cualquier forma o medio, del contenido editorial de este número.

Publicación indexada al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, LATINDEX, CUIDEN, PERIÓDICA, Actualidad Iberoamericana, Biblat.

Impreso en México  
Todos los derechos reservados  
© Copyright 2024

## Ciencia UANL

### COMITÉ ACADÉMICO

#### CIENCIAS DE LA SALUD

*Dra. Lourdes Garza Ocañas*  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

#### CIENCIAS EXACTAS

*Dra. Ma. Aracelia Alcorta García*  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

#### CIENCIAS AGROPECUARIAS

*Dra. María Julia Verde Star*  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

#### CIENCIAS NATURALES

*Dr. Rahim Foroughbakhch Pournavab*  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

#### CIENCIAS SOCIALES

*Dra. Veronika Sieglin Suetterlin*  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

#### INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

*Dra. María Idalia del Consuelo Gómez de la Fuente*  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

#### CIENCIAS DE LA TIERRA

*Dr. Carlos Gilberto Aguilar Madera*  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

### COMITÉ DE DIVULGACIÓN

#### CIENCIAS DE LA SALUD

*Dra. Gloria María González González*  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

#### CIENCIAS EXACTAS

*Dra. Nora Elizondo Villarreal*  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

#### CIENCIAS AGROPECUARIAS

*Dr. Hugo Bernal Barragán*  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

#### CIENCIAS NATURALES

*Dr. Marco Antonio Alvarado Vázquez*  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

#### CIENCIAS SOCIALES

*Dra. Blanca Mirthala Taméz Valdés*  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

#### INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

*Dra. Yolanda Peña Méndez*  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

#### CIENCIAS DE LA TIERRA

*Dr. Héctor de León Gómez*  
(Universidad Autónoma de Nuevo León, México)

# ÍNDICE

## 6 EDITORIAL

### 8 CIENCIA Y SOCIEDAD



**Biocombustibles gaseosos mediante digestión anaerobia, una alternativa para la demanda energética**  
Luis H. Álvarez

### 16 OPINIÓN



**Mezcales y otras delicias destiladas de la Sierra Madre Occidental**  
Ricardo Quirino-Olvera, Martha González-Elizondo, Arturo Castro Castro

### 22 EJES



**Avispas agalladoras y sus parasitoides asociados en el estado de Nuevo León, México**  
Cinthia A. García-Guzmán, Mayra A. Gómez-Govea, Adriana Elizabeth Flores, Irám Pablo Rodríguez-Sánchez, María de Lourdes Ramírez-Ahuja

### 28 SECCIÓN ACADÉMICA

29

**Desarrollo biotecnológico para la producción de probióticos viables de chucrut a escala industrial**  
Claudio Guajardo-Barbosa, Julio César Beltrán-Rocha, Ulrico Javier López-Chuken, Alma Delia Nava-Torres, Myriam Elías-Santos, Rahim Foroughbakhch-Pournavab

35

**Actividad antibacteriana del extracto metanólico de *Ficus carica* sobre bacterias multifarmacorresistentes**  
Catalina Leos-Rivas, David Gilberto García-Hernández, María Julia Verde-Star, Catalina Rivas-Morales, Luis Ángel Alba-Ipiña

### 42 CURIOSIDAD



**Valor nutricional y energético de cuatro especies de pastos de agostaderos del noreste de México**  
Nydia Corina Vásquez Aguilar, Litzzy Javier Morales, Juan Emmanuel Segura Carmona, Hugo Bernal Barragán

### 52 CIENCIA DE FRONTERA



**Colaboración e interdisciplina, la carrera académica de la doctora Mercedes Rodríguez Villafuerte en el Instituto de Física**  
María Josefa Santos-Corral

### 66 SUSTENTABILIDAD



**Contaminación visual urbana**  
Pedro César Cantú-Martínez

### 79 COLABORADORES



# 125

## EDITORIAL

María Julia Verde Star\*

\* Universidad Autónoma de Nuevo León,  
San Nicolás de los Garza, México.  
Contacto: maria.verdest@uanl.edu.mx

**E**n este número 125, mayo-junio 2024, encontramos artículos selectos en varias disciplinas de las Ciencias Naturales, los cuales intentan solucionar diversos problemas actuales en la sociedad, un par de ellos son de corte académico, otros de opinión y algunos más nos hablan de aplicaciones biotecnológicas que prometen ser de utilidad en las áreas de alimentos y desarrollo energético. También tenemos interesantes opiniones en cuestión ambiental, así como una semblanza académica de una investigadora que ha dedicado su carrera al estudio de la Física.

Una de las prioridades a nivel global es encontrar alternativas en materia de desarrollo energético, y en el artículo de Luis H. Álvarez, "Biocombustibles gaseosos mediante digestión anaerobia, una alternativa para la demanda energética", de la sección Ciencia y sociedad, se describe la producción de biocombustibles gaseosos mediante procesos anaeróbicos que pudieran dar cauce a nuevas fuentes de energía.

Asimismo, vemos cómo la biotecnología permite obtener probióticos del chucrut, en el artículo "Desarrollo biotecnológico para la producción de probióticos viables de Chucrut a escala industrial", de Claudio Guajardo-Barbosa, Julio César Beltrán-Rocha, Ulrico Javier López-Chuken, Alma Delia Nava-Torres, Myriam Elías-Santos y Rahim Foroughbakhch-Pournavab.

En cuanto a nuestros recursos naturales, podremos conocer más de algunos destilados alcohólicos que se obtienen de vegetales propios de la Sierra Madre Occidental, esto en la sección de Opinión, en la que Ricardo Quirino-Olvera, Martha González-Elizondo y Arturo Castro presentan: "Mezcales y otras delicias destiladas de la Sierra Madre Occidental".

Otro de nuestros recursos naturales son los encinos, y en la sección Ejes, Cinthia A. García-Guzmán, Mayra A. Gómez-Govea, Adriana Elizabeth Flores, Irám Pablo Rodríguez-Sánchez y María de Lourdes Ramírez-Ahuja describen cómo estos árboles

son afectados por las avispas agalladoras y sus parasitoides en áreas naturales del estado de Nuevo León.

Conoceremos, en la sección Curiosidad, los valores nutricios y energéticos de los pastos que consume el ganado en el noreste de México, en el artículo "Valor nutricional y energético de cuatro especies de pastos de agostaderos del noreste de México", de Nydia Corina Vásquez Aguilar, Litzzy Javier Morales, Juan Emmanuel Segura Carmona y Hugo Bernal Barragán.

Un grave problema global en materia de salud son las afecciones causadas por bacterias que presentan multifarmacorresistencia, por lo que en el trabajo de Catalina Leos-Rivas, Luis Ángel Alba-Ipiña, David Gilberto García-Hernández, María Julia Verde-Star y Catalina Rivas-Morales podremos ver la "Actividad antibacteriana del extracto metanólico de *Ficus carica* sobre bacterias multifarmacorresistentes".

Finalmente, Pedro César Cantú Martínez nos habla acerca de la contaminación visual en zonas urbanas en su sección Sustentabilidad; mientras que en Ciencia de Frontera, María Josefa Santos Corral nos presenta la trayectoria académica de la Dra. Mercedes Rodríguez Villafuerte, directora del Instituto de Física de la UNAM.

Descarga aquí nuestra versión digital.



# Biocombustibles gaseosos mediante digestión anaerobia, una alternativa para la demanda energética

Luis H. Álvarez\*  
 ORCID: 0000-0003-1809-9304



<https://doi.org/10.29105/cienciauanl27.125-1>

\* Instituto Tecnológico de Sonora, Sonora, México.  
 Contacto: luis.alvarez@itson.edu.mx



Las Naciones Unidas indican que la población mundial sin acceso a electricidad disminuyó de 1,200 millones en 2010, a cerca de 750 millones en 2019. En parte, esto fue posible por el establecimiento de sistemas eléctricos descentralizados basados en energías renovables. Aun con este avance, aproximadamente 81% de la energía mundial y 66% de la energía eléctrica provienen de combustibles fósiles: carbón (27%), petróleo (31%) y gas natural (23%) (IEA, 2021), los cuales, al ser quemados, originan emisiones dañinas en forma de gases de efecto de invernadero: dióxido de carbono.

Las energías renovables se caracterizan por expulsar menos emisiones contaminantes que las de origen fósil. Las fuentes actualmente utilizadas de energía renovable son la solar, eólica, geotérmica, hidroeléctrica, oceánica y bioenergía (Alrikabi, 2014). La bioenergía se destaca por utilizar restos orgánicos de origen vegetal o animal en la producir biocarbón, electricidad, metano, hidrógeno, etanol y diésel (Lee *et al.*, 2019).

## GENERALIDADES DE LA DIGESTIÓN ANAEROBIA

El hidrógeno y metano se originan biológicamente mediante el metabolismo de microorganismos que degradan materia orgánica durante el proceso de digestión anaerobia. Este proceso consta de cuatro etapas que se muestran en la figura 1 y son: 1) hidrólisis, 2) acidogénesis, 3) acetogénesis y 4) metanogénesis, en donde la materia orgánica se convierte en biogás que puede contener entre 55-75% de metano, 30-45% de dióxido de carbono y cantidades traza de otros gases: ácido sulfhídrico e hidrógeno (Aransiola *et al.*, 2023). El metano es uno de los resultados de la digestión completa de la materia orgánica; en cambio, el hidrógeno es un intermediario que se obtiene durante la etapa acetogénica, por lo que su obtención final requiere que se inhiba la etapa 4 de metanogénesis, de esta manera no es utilizado como sustrato (Ali Shah, 2014).

Diferentes sustratos con alto contenido de materia orgánica, aguas residuales y desechos sólidos pecuarios, agrícolas y alimentarios, pueden someterse a digestión anaerobia. El metano resultante puede colectarse y usarse directamente como combustible en cocinas, generar calor o electricidad. La digestión anaerobia permite tratar concentraciones altas de materia orgánica, sin embargo es necesario controlar y tener condiciones óptimas de pH, temperatura, alcalinidad y estar libre de compuestos tóxicos para alcanzar eficiencias altas de degradación.

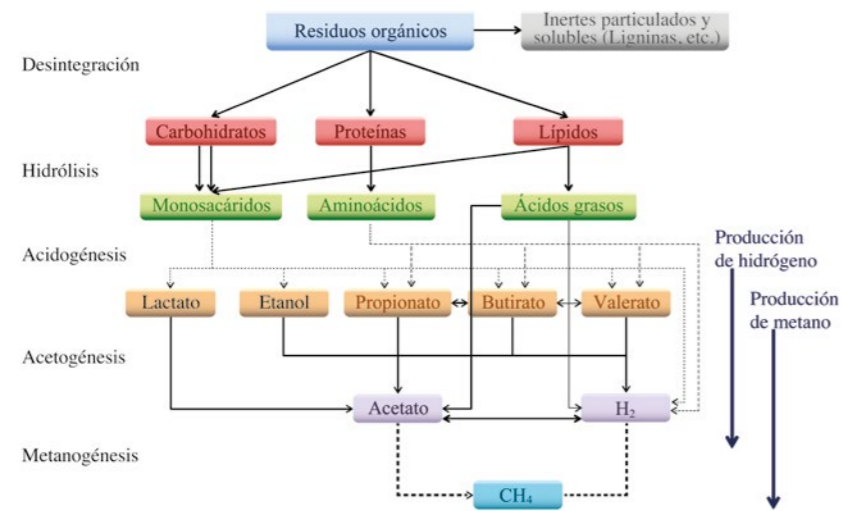


Figura 1. Etapas de la digestión anaerobia. La digestión completa permite la obtención de metano; al inhibir la metanogénesis, uno de los resultados será hidrógeno (adaptado de Álvarez *et al.*, 2019).

### PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO

El hidrógeno es considerado el combustible del futuro porque es amigable con el ambiente, debido a que es un compuesto libre de carbono y el saldo final de su ignición es agua. Energéticamente está por encima (141 MJ/kg) de la gasolina (48 MJ/kg) y del metano (55 MJ/kg). Además, es una materia prima en diversos procesos industriales como síntesis de amoníaco, aceite comestible y lutita. La producción biológica de hidrógeno por digestión anaerobia ha sido estudiada utilizando cultivos microbianos puros, mixtos y en una diversidad de sustratos orgánicos (Ghimire *et al.*, 2015). Una reacción química que la representa a partir de glucosa es la siguiente:



en donde teóricamente se pueden obtener cuatro moles de hidrógeno por cada mol de glucosa, con el resultante de dos moles de ácido acético. Sin embargo, una limitante observada en la práctica son los bajos rendimientos alcanzados, que van de 1.2 a 3.9 moles de hidrógeno por mol de glucosa, que está en función a los microorganismos y condiciones de operación utilizadas en los biorreactores, lo que ha impedido el establecimiento de esta tecnología a escala industrial.

Aun así, la manufactura biológica de hidrógeno tiene el potencial de convertirse en una tecnología de costo competitivo debido a que su materia prima pueden ser desperdicios. Algunos de los sustratos (residuos orgánicos) utilizados para conseguirlo vía digestión anaerobia son estiércol de ganado, lodo y aguas residuales, paja de arroz y trigo, desechos de alimentos y suero

de leche. Estos sustratos se caracterizan por ser de difícil degradación mediante esta técnica, por lo que son sometidos a pre-tratamientos ácidos, alcalinos, térmicos, mecánicos o enzimáticos con el objetivo de promover su desintegración y la consecuente liberación de compuestos fermentables.

Además, en la mejora de la eficiencia de conversión de los sustratos es importante considerar el diseño y configuración de los biorreactores, mantener el control de los parámetros críticos del proceso: pH, temperatura y presión parcial. Actualmente el hidrógeno se obtiene principalmente por procesos termoquímicos y electrolíticos, aún no existe la industrialización por fermentación mediante digestión anaerobia. Sin embargo, esta biotecnología se encuentra en etapas de investigación y desarrollo, con plantas piloto en operación y con un futuro promisorio.

### PRODUCCIÓN DE METANO

A diferencia de la de hidrógeno que se encuentra en desarrollo, la generación de metano por digestión anaerobia es ampliamente aplicada a nivel mundial. La industria del biogás ha tenido un crecimiento importante en los últimos años, incrementándose 4% de 2010 a 2018, lo que representa una producción mundial de 3.5 Mtoe, pero con un potencial de 700 Mtoe (IEA, 2020). La obtención de metano a partir de residuos contribuye no sólo a satisfacer la demanda energética, sino también a apoyar diversos aspectos ambientales: mitigación del cambio climático, prevención y tratamiento de la contaminación. Los desechos orgánicos utilizados en su producción son prácticamente los mismos que en el hidrógeno. Una vez generado, es combustible para el transporte y se emplea en la obtención de electricidad y calor (figura 2).

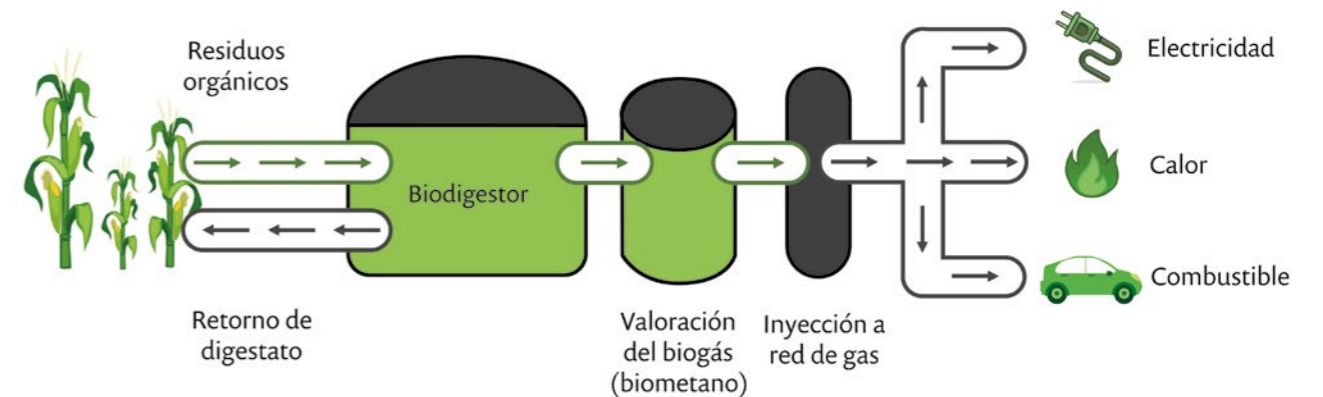


Figura 2. Proceso de producción de biogás a partir de desperdicios orgánicos y las principales aplicaciones actuales (adaptado de Biomethan-biogaspartner, 2022).

### Conversión de metano a electricidad

La conversión de metano a electricidad puede realizarse bajo diferentes procesos que incluyen estrategias que aún se encuentran en estudio, tal es el caso de las celdas de combustible microbiano y estrategias que están en pleno uso como los motogeneradores. Ambas permiten la conversión *in situ*, que puede posibilitar el empleo de las líneas de conducción eléctricas existentes, en lugar de instalar tuberías de transporte para este gas. El biogás debe ser tratado mediante filtros de carbón activado o limaduras de hierro con el fin de eliminar el ácido sulfhídrico y la humedad, lo que protege a los motogeneradores de la corrosión.

En función de la aplicación objetivo, podría ser necesario eliminar el dióxido de carbono del biogás. La eficiencia de conversión de los motogeneradores es entre 30 y 65%, el resto se transforma en calor. Uno de los casos de éxito de obtención de energía eléctrica a partir del biogás de rellenos sanitarios sucede en la zona metropolitana de Monterrey; con 7.42 MWh de capacidad produce 257,787 MWh, lo que permite el funcionamiento del transporte metro y alumbrado público, además evita la emisión de 51,484 toneladas métricas de metano, equivalente a 1,081,684 toneladas métricas de dióxido de carbono (Kessler, 2020). Además, hay otros casos de éxito en los que se consigue a partir de desechos de la industria tequilera y cervecera, sedimentos de plantas de tratamiento de lodos residuales, restos vegetales provenientes de sistemas agrícolas y estiércol de diferentes tipos de ganado, entre otros (Gutiérrez, 2018; Harder, 2020).

Por otro lado, en México hay un gran potencial de aprovechamiento de residuos orgánicos susceptibles a tratarse por digestión anaerobia para producir metano. Uno de éstos son los de las granjas porcinas. Por ejemplo, en Sonora existe una capacidad instalada de 1.6 millones de cerdos, con hasta 5,570 toneladas de desechos orgánicos al día. Si éstos se someten a este proceso, se pueden lograr hasta 127,600 m<sup>3</sup> de metano por día, equivalentes a 525,200 kWh. Sin embargo, este recurso energético no es aprovechado e incluso estos desperdicios no son tratados y manejados adecuadamente (Álvarez *et al.*, 2019).



### Metano como combustible en el transporte

El metano proveniente del biogás se utiliza como combustible para el tráfico urbano: autobuses, camiones de carga y vehículos pequeños. Las ventajas se asocian a la reducción de ruido y de emisiones dañinas. El metano contenido en el biogás es el único con la misma composición química que el combustible fósil que reemplaza. Puede ser mezclado con gas natural en cualquier proporción sin causar daños a los motores. En comparación con el diésel y la gasolina, el metano se quema con relativamente bajo desgaste de motor y poca generación de emisiones del tipo óxidos de nitrógeno y partículas. Los vehículos que lo utilizan están equipados con un escape con tecnología simple que trata emisiones y ayuda a cumplir las regulaciones, en comparación con los que operan con diésel o gasolina.

### CONCLUSIÓN

La digestión anaerobia es una biotecnología capaz de tratar residuos orgánicos y convertirlos en compuestos con valor energético como los biocombustibles gaseosos hidrógeno y metano. Aun cuando la producción de hidrógeno se encuentra en etapas de investigación o en ciertos casos a nivel de planta piloto, se espera que en un futuro cercano se diseñen y configuren procesos de fermentación a escala industrial, similar a los biodigestores que generan metano.



REFERENCIAS

Ali Shah, F. (2014). Microbial Ecology of Anaerobic Digesters: The Key Players of Anaerobiosis, *The Scientific World Journal*, 2014, <https://doi.org/10.1155/2014/183752>

Alrikabi, N.K.M.A. (2014). Renewable Energy Types, *Journal of Clean Energy Technologies*, 61-64. <https://doi.org/10.7763/JO-CET.2014.V2.92>

Álvarez, L.H., García-Reyes, R.B., Ulloa-Mercado, R.G., et al. (2019). Potencial biotecnológico para la valorización de residuos generados en granjas porcinas y cultivos de trigo, *Entreciencias*, 7(21), 1-21, <http://www.revistas.unam.mx/index.php/entreciencias/article/view/70799/63815>

Aransiola, S.A., Victor-Ekwebelem, M.O., Leh-Togi Zobeashia, S.S., et al. (2023). Sources and techniques for biofuel generation, *Green Approach to Alternative Fuel for a Sustainable Future*, 311-323, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824318-3.00026-6>

Biogaspartner. (2022). *Biomethan*, <https://www.biogaspartner.de/biomethan/>

Ghimire, A., Frunzo, L., Pirozzi, F., et al. (2015). A review on dark fermentative biohydrogen production from organic biomass: Process parameters and use of by products, *Applied Energy*, 144, 73-95, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.01.045>

Gutiérrez, J.P. (2018). *Situación actual y escenarios para el desarrollo del biogás en México hacia 2024 y 2030*, Red Mexicana de Bioenergía-Red Temática de Bioenergía de Conacyt.

Harder, B. (2020). *Biogas plants in Denmark and Mexico*. Danish climate and energy partnership programme in Mexico 2017-2020. International Energy Agency. (2020). *Outlook for biogas and biomethane: Prospects for organic growth*, <https://www.iea.org/reports/outlook-for-biogas-and-biomethane-prospects-for-organic-growth/sustainable-supply-potential-and-costs>

International Energy Agency. (2021). *Key World Energy Statistics 2021-Analysis-IEA*, <https://www.iea.org/reports/key-world-energy-statistics-2021>



Kessler, L. (2020). Una planta de biogás producirá toda la energía del metro de Monterrey, México, *Afinidad Eléctrica*, <https://afinidadelectrica.com/2020/07/05/una-planta-de-biogas-producira-toda-la-energia-del-metro-de-monterrey-mexico/>

Lee, S.Y., Sankaran, R., Chew, K.W., et al. (2019). Waste to bioenergy: a review on the recent conversion technologies, *BMC Energy*, 1(1), 1-22, <https://doi.org/10.1186/S42500-019-0004-7>

Recibido: 29/09/2022  
Aceptado: 02/11/2023



Descarga aquí nuestra versión digital.







# Mezcales

## y otras delicias destiladas de la Sierra Madre Occidental

Ricardo Quirino-Olvera\*,  
Martha González-Elizondo\*\*,  
Arturo Castro Castro\*\*



<https://doi.org/10.29105/cienciauanl27.125-2>

\* Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, México.

\*\*Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Durango, Durango, México.

Contacto: [quirinollqt@gmail.com](mailto:quirinollqt@gmail.com)

“Mezcal” es un nombre genérico con el que se conoce coloquialmente al destilado de los jugos fermentados de cualquier planta del género *Agave*. Este nombre y estas bebidas están fuertemente ligadas a la cultura mexicana, por lo que varias han sido protegidas con una denominación de origen por la ley mexicana. Los nombres mezcal, tequila, bacanora y raicilla se aplican a bebidas destiladas que tienen su propia denominación de origen. En 2016 se publicó la PROY-NOM-199-SCFI-2015 en el Diario Oficial de la Federación (2016), que regularía todas éstas, ya sean importadas o producidas en México.

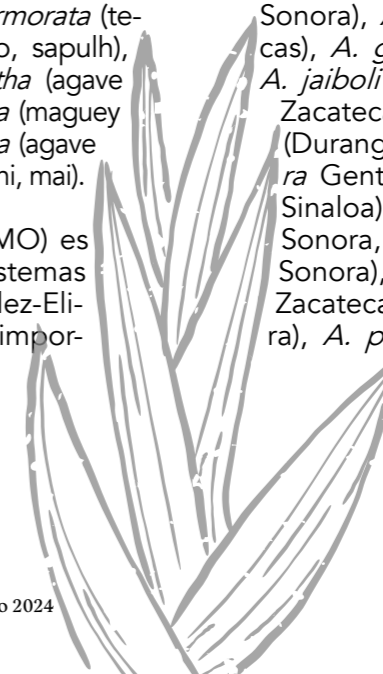
En este proyecto de ley se denomina a cualquier bebida destilada de *Agave*, fuera de las zonas de denominación de origen, como “komil”. Esto no se ha publicado como ley por ser controversial, dado que la palabra “komil”, a diferencia de “mezcal”, no tiene tradición en la cultura nacional. Por ahora, las bebidas de *Agave* que se fabrican fuera de alguna de las áreas con denominación de origen se etiquetan para la venta como “Destilado de *Agave*” o “Aguardiente de *Agave*” NOM-EM-012-SCFI-2006 (Diario Oficial de la Federación, 2006).

En la elaboración de estas bebidas, en México se utilizan unos 55 *taxa* de *Agave* (que corresponden a 51 especies y cuatro variedades). De éstas, 12 se consideran de mayor importancia (Colunga García-Marin, 2006; Colunga-GarcíaMarin *et al.*, 2017): *A. americana* var. *oaxacensis* (arroqueño), *A. angustifolia* (tepemete, lechuguilla), *A. cupreata* (papalote), *A. durangensis* (maguey cenizo/agave cenizo), *A. karwinski* (cuish), *A. marmorata* (tepeztate), *A. maximiliana* (masparillo, sapulh), *A. potatorum* (tobala), *A. rhodacantha* (agave amarillo), *A. salmiana* var. *crassispina* (maguey verde, maguey cimarrón), *A. tequilana* (agave azul) y *A. wocomahi* (ojcome, wocomahi, mai).

La Sierra Madre Occidental (SMO) es el más largo y continuo de los sistemas montañosos de México (González-Elizondo *et al.*, 2012). Además, es impor-

tante en cuanto a la elaboración de mezcal, así como por su diversidad de agaves y sus usos, lo que ha derivado en las denominaciones de origen de mezcal, bacanora y tequila. El mezcal se puede generar con cualquier especie de *Agave*, pero tiene denominación de origen solamente en los estados de Durango, Guerrero, Oaxaca, San Luis Potosí y Zacatecas, así como algunos municipios del Estado de México, Guanajuato, Michoacán, Puebla y Tamaulipas. Asimismo, existe una suspensión de utilizar la denominación en algunos municipios de Aguascalientes. El bacanora se prepara a partir de *Agave pacifica* y *A. rhodacantha* en 35 municipios del occidente-suroccidente de Sonora; mientras que el tequila se realiza a partir de *A. tequilana* en el estado de Jalisco y algunos municipios de Guanajuato, Michoacán, Nayarit y Tamaulipas. Es decir, los destilados de agave con *A. tequilana* fuera de estas áreas no cuentan con denominación de origen de tequila, pero sí pueden venderse como mezcal si lo hacen en algún sitio con denominación de origen de mezcal, como es el caso del sur de Zacatecas.

Para la SMO se reportan 38 especies de *Agave* (García-Mendoza y Galván 1995; González-Elizondo *et al.*, 2009). De éstas, 22 se usan, en menor o mayor grado, en la preparación de bebidas destiladas. Aquí se mencionan con su distribución en la sierra: *Agave americana* var. *americana* (Chihuahua, Durango), *A. angustifolia* (Aguascalientes, Durango, Jalisco, Nayarit, Zacatecas), *A. asperrima* (Durango, Zacatecas), *A. bovicornuta* (Chihuahua, Durango, Sinaloa, Sonora), *A. durangensis* (Durango, Zacatecas), *A. guadalajarana* (Jalisco, Zacatecas), *A. jaibolí* (Sonora), *A. maximiliana* (Jalisco, Zacatecas), *A. maximiliana* var. *katherineae* (Durango, Nayarit, Sinaloa), *A. multiflora* Gentry (Chihuahua, Durango, Sonora, Sinaloa), *A. pacifica* (Chihuahua, Sinaloa, Sonora, Durango), *A. palmeri* (Chihuahua, Sonora), *A. parryi* (Chihuahua, Durango, Zacatecas), *A. parviflora* (Chihuahua, Sonora), *A. polianthiflora* (Chihuahua, Sonora),



*A. pintilla* (Durango, Zacatecas), *A. rhodacantha* (Durango, Jalisco, Sinaloa, Sonora), *A. salmiana* var. *crassispina* (Durango), *A. shrevei* var. *shrevei* Gentry (Chihuahua, Durango, Sonora), *A. shrevei* var. *magna* (Chihuahua, Durango, Sonora), *A. tequilana* (Durango, Jalisco, Zacatecas) y *A. wocomahi* (Chihuahua, Durango, Nayarit, Sinaloa, Sonora, Zacatecas).

Sólo dos de estas especies se reconocen bajo una categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019): *A. polianthiflora* y *A. parviflora*. En la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) se mencionan ambas bajo la categoría de Preocupación Menor (Hodgson *et al.*, 2020a, Puente *et al.*, 2020). Contrario al caso de *A. bovicornuta*, *A. guadalajarana*, *A. jaiboli* y *A. pintilla*, que no se mencionan en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019), pero que bajo los criterios de la UICN se reconocen

como especies vulnerables, en peligro y peligro crítico, respectivamente (González-Elizondo *et al.*, 2019a; González-Elizondo *et al.*, 2019b; Hodgson *et al.*, 2020b; Torres-García *et al.*, 2019).

Las especies de mayor uso (y sus nombres comunes en la SMO) son: *Agave angustifolia* (tepemete, gubuk, ki'mai), *A. rhodacantha* (agave amarillo), *A. pacifica* (gusime, casero, chacaleño), *A. durangensis* (maguey/agave cenizo, kokma mai), *A. maximiliana* (masparillo, sapulh), *A. shrevei* (maguey/lechuguilla ceniza, lechuguilla, cenizo de la sierra, ji'ja), *A. tequilana* (agave azul) y *A. wocomahi* (ojcome, wocomahi, mai). Las demás especies son de poco uso o uso particular (Bye *et al.*, 1975; García-Mendoza, 2012; Gentry, 1982; González-Elizondo *et al.*, 2009). Además de los tres destilados con denominación de origen (mezcal, bacanora y tequila), en la SMO se reconocen, por lo menos, otros nueve nombres populares regionales para mezcales (tabla I).

**Tabla I. Nombres populares regionales para algunos mezcales de la SMO.**

Destilado	Estado	Especie de origen
Chacaleño	Durango	<i>A. pacifica</i>
Tepemete	Durango	<i>A. angustifolia</i>
Lechuguilla ceniza, lechuguilla	Chihuahua, Sonora y Sinaloa	<i>A. shrevei shrevei</i> y <i>A. shrevei magna</i>
Masparillo	Durango, Jalisco, Nayarit y Zacatecas	<i>A. maximiliana</i> y <i>A. guadalajarana</i>
Mezcal tepe	Durango y Zacatecas	<i>A. angustifolia</i> (ki' mai), <i>A. shrevei magna</i> y <i>A. maximiliana</i> var. <i>katherineae</i>
Casero	Chihuahua	<i>A. pacifica</i>
Lechuguilla	Chihuahua, Sonora y Sinaloa	<i>A. bovicornuta</i>
Cenizo	Durango	<i>A. durangensis</i>
Castilla	Durango	<i>A. angustifolia</i> (maguey de castilla/ki' mai)

PRODUCCIÓN DE MEZCAL EN LA SMO

Existen diversos modelos de producción y comercialización de mezcal en la SMO. Algunas empresas cultivan agave con el que generan mezcal o compran la materia prima a productores pequeños, generalmente serranos. Otras les compran el extracto, embotellándolo y etiquetándolo para la venta final. Por último, hay quien destila con fines de consumo local o personal en vinatas compuestas por una destiladora filipina, un pozo de cocción y una o varias pozas de fermentación (figura 1).

Para el aprovechamiento de los magueyes es necesario cortar el escapo antes de florecer, así la planta acumula azúcares y puede ser jimaída un mes después, aproximadamente (Román Salas, comunicación personal). Los productores serranos cosechan de su cultivo o extraen agaves de la sierra tres o cuatro meses al año, dado que las especies disponibles en el campo tienen distintos patrones de floración. Por ejemplo, los agaves del grupo de *A. angustifolia* florecen en otoño, mientras los magueyes cenizos (como *A. durangensis* y *A. shrevei*) lo hacen en verano y los del grupo de *A. maximiliana* a principios de la primavera. Aunado a esto, en varios de estos sitios artesanales se extrae también sotol (bebi-

da obtenida del género *Dasyliirion*, una planta diferente a *Agave*), lo que se agrega a la diversidad que se genera en la SMO. Los destilados en esta región se venden jóvenes o curados con hierbas. En la localidad Yonora, del municipio de Mezquital, Durango, se tiene la costumbre de utilizar un poleo nativo, conocido localmente como hierba del padre (*Hedeoma patrina*), que les confiere un color rosa y un sabor mentolado.

En México, el mezcal se genera en gran medida a partir de plantas silvestres. Dado el auge de esta bebida en el mercado, aunado a problemas de cultivo de algunas especies, y a la falta de un manejo adecuado de las poblaciones silvestres, se está viendo un impacto en la disponibilidad de plantas con este fin (Comercam, 2018). En algunas localidades se requiere ir cada vez más lejos por la materia prima. Algunas vinatas incluso han dejado de trabajar debido a que ésta se agotó en sus áreas de influencia y otros han optado por introducir cultivares de lugares distintos, por ejemplo, el espadín (*A. angustifolia*) de Oaxaca o *A. tequilana*, para intentar producir en sistemas agroforestales del tipo del metepantle del centro de México, cerca del alambique (figura 2B).



Figura 1. (A) destiladora filipina (tren), Pie de la Cuesta, Uruachi, Chihuahua, (B) destiladora filipina El Venado, Nombre de Dios, Durango, (C) pozo de cocción en vinata de mezcal Julik, con *Agave durangensis*, *A. angustifolia* y *Dasyliirion durangense*, Yonora, Mezquital, Durango, (D) pozo de fermentación improvisado en lecho de arroyo seco, Pie de la Cuesta, Uruachi, Chihuahua.

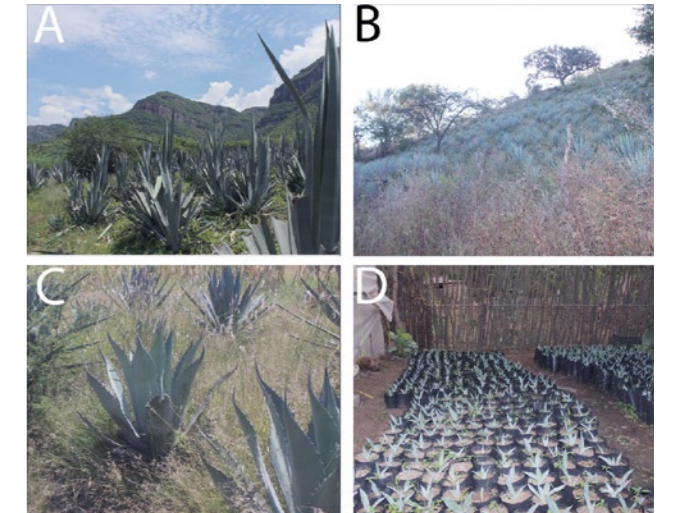


Figura 2. (A) cultivo de *A. angustifolia* en Huazamota, Mezquital, Durango, (B) cultivo de *A. tequilana* en La Barranca, Trinidad García de la Cadena, Zacatecas, (C) milpa con *A. durangensis* y *A. angustifolia* en Yonora, Mezquital, Durango, (D) siembra de *Agave durangensis*, El Venado, Nombre de Dios, Durango.

Dicha estrategia ha tenido poco éxito dado que algunas especies de alto valor sólo se pueden reproducir por semilla y, a decir de algunos productores, pueden tardar hasta 20 años en llegar a un tamaño aprovechable (Román Salas, comunicación personal). También se ha observado la práctica de manejo incipiente de las plantas al extraer plántulas de las poblaciones silvestres y trasplantarlas en los sistemas agroforestales. En El Venado, Yonora, y San Lucas de Jalisco, Durango, se ha comenzado a cultivar agave a partir de semilla como parte del programa "Sembrando Vida" de la Secretaría del Bienestar (figura 2A). También se están sembrando variedades de *A. angustifolia* (ki'mai o maguey de castilla) y *A. durangensis* en áreas de Durango, donde los destilados de agave y sotol son la principal fuente de ingresos de una fracción de la población rural (figura 2B y C).

## CONCLUSIÓN

Se conocen 22 *taxa* de *Agave* que tienen o tuvieron algún uso en la preparación de bebidas destiladas en la SMO. Solamente tres cuentan con denominación de origen. Por otra parte, mucha de la producción se sustenta en plantas extraídas de poblaciones silvestres. Con el objetivo de planificar su uso, resolver los problemas de abasto y establecer estrategias para su conservación, se requiere distinguir las especies de *Agave* y estudiar sus poblaciones. Actualmente, algunas poblaciones están en peligro de desaparición, lo que acarrea desequilibrios ecológicos en la dinámica de las comunidades y reducción de los servicios ecosistémicos que éstas proveen, además de impactar de manera directa en el sustento de vida de los trabajadores de las zonas serranas.



## Referencias

- Bye, R.A., Burgess, D., y Mares Trias, A. (1975). Ethnobotany of the western Tarahumara of Chihuahua, México: I. Notes on the genus *Agave*, *Botanical Museum Leaflets*, 24(3), 85-117.
- Colunga-Garciamarín, P., García-Torres, I., Casas, A., et al. (2017). Los agaves y las prácticas mesoamericanas de aprovechamiento, manejo y domesticación. En: Casas, A., J., T.-G., y Parra, F. (eds.) *Tomo 2: Investigación para el manejo sustentable de recursos genéticos en el Nuevo Mundo*. UNAM-UNALM.
- Colunga García-Marín, P. (2006). Informe final del Proyecto CS007 Base de datos de nombres técnicos o de uso común en el aprovechamiento de los agaves en México In: *Vegetal*, CDICD Y AUDRNDDDB (ed.). Centro de Investigación Científica de Yucatán AC, Unidad de Recursos Naturales, División de Biología Vegetal.
- Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal. (2018). *Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal, A.C.*, <http://www.sientemezcal.com/>
- García-Mendoza, A. (18 de febrero de 2012). México, país de magueyes, *La Jornada del Campo*, 53, <https://www.jornada.com.mx/2012/02/18/cam-pais.html#:~:text=Los%20magueyes%2C%20tambi%C3%A9n%20conocidos%20como,es%20exclusivas%20de%20su%20territorio>
- González-Elizondo, M., Galván-Villanueva, R., López-Enríquez, I.L., et al. (2009). *Agaves-magueyes, lechuguillas y noas-del estado de Durango y sus alrededores*, Durango, CONABIO-Instituto Politécnico Nacional.
- González-Elizondo, M., Hernández-Sandoval, L., Zamudio, S., et al. (2019a). *Agave pintilla*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2019*: e.T115689845A116354338, <https://www.iucnredlist.org/species/115689845/116354338>.

- González-Elizondo, M., Puente, R., Hernández-Sandoval, L., et al. (2019b). *Agave bovicornuta*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2019b*: e.T114937023A114963416, <https://www.iucnredlist.org/species/114937023/114963416>.
- González-Elizondo, M.S., González-Elizondo, M., Tena-Flores, J.A., et al. (2012). Vegetación de la Sierra Madre Occidental, México: una síntesis, *Acta Botánica Mexicana*, 100, 352-403.
- Hodgson, W., Puente, R., y Salywon, A. (2020a). *Agave parviflora*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2020*: e.T115689669A116354298, <https://www.iucnredlist.org/species/115689669/116354298>
- Hodgson, W., Salywon, A., Puente, R., et al. (2020b). *Agave jaiboli*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2020*: e.T115630573A116353988, <https://www.iucnredlist.org/species/115630573/116353988>
- Puente, R., Hodgson, W., y Salywon, A. (2020). *Agave polianthiflora*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2020*: e.

- T115690093A116354358, <https://www.iucnredlist.org/species/115690093/116354358>
- Secretaría de Economía. (2016). *Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-199-SCFI-2015, Bebidas alcohólicas-denominación, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos*. Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Economía. (2006). *Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-012-SCFI-2006, Bebidas alcohólicas-Bebidas alcohólicas-Destilados de agave-Especificaciones, información comercial, etiquetado y métodos de prueba*. Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010). *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. Diario Oficial de la Federación.

Recibido: 26/08/2022  
Aceptado: 07/10/2023

Descarga aquí nuestra versión digital.



# Avispas agalladoras y sus parasitoides asociados en el estado de Nuevo León, México

EJES



**Cinthia A. García-Guzmán\*, Mayra A. Gómez-Govea\*, Adriana Elizabeth Flores\***

ORCID: 0000-0001-5871-0142

ORCID: 0000-0001-8554-8865

**Irám Pablo Rodríguez-Sánchez\*, María de Lourdes Ramírez-Ahuja\***

ORCID: 0000-0002-5988-4168

ORCID: 0000-0002-4886-6386

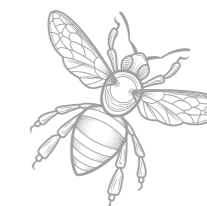
<https://doi.org/10.29105/cienciauanl27.125-3>

\* Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, México.

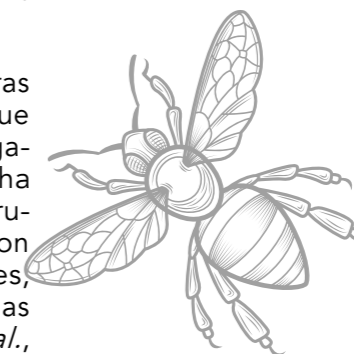
Contacto: abigailgarcia117@yahoo.com, mayragee@gmail.com, adriana.floressr@uanl.edu.mx, iramrodriguez@gmail.com, lulu.ahuja@hotmail.com



Las avispas inductoras de agallas pertenecen a la familia Cynipidae; en México se han reportado 205 especies y se ha observado su asociación a más de 30 variedades de encinos (Fagaceae: *Quercus*). Estos cinípidos y sus parasitoides son muy diversos e incluso se indica que podrían existir aproximadamente 132,000 tipos (Espírito-Santo y Fernandes, 2007; Martínez-Romero *et al.*, 2022).

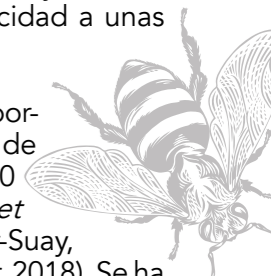


Las agallas o cecidias son estructuras anormales en tejidos de las plantas que se forman ante la reacción de un organismo inductor (Meyer, 1987). Esto se ha reportado en hojas, tallos, yemas y frutos, así como en raíces y estolones, con estructuras como nectarios extraflorales, revestimientos de pelos, espinas y resinas adhesivas (Price *et al.*, 1987; Stone *et al.*, 2002). El tiempo de vida de una cecidia es muy variable, pero en robles se ha mencionado que pueden tener ciclos de dos a tres años (Hanson, 2011).



En Norteamérica, más de 80% de las avispas de la familia Cynipidae utilizan encinos como principales hospederos y muchas de ellas muestran alta especificidad a unas cuantas especies.

Hasta el momento se han reportado más de 184 variedades de cinípidos asociados a más de 30 tipos de encinos (Pujade-Villar *et al.*, 2009; Pujade-Villar y Ferrer-Suay, 2015; Lobato-Vila y Pujade-Villar, 2018). Se ha demostrado que éstas ocasionan la muerte de un gran porcentaje de árboles de encinos por generar agallas en los diferentes tejidos, provocando problemas con el desarrollo y la disminución de flujo de nutrientes. En Nuevo León se han reportado *A. quercuslanigera*, *Andricus sphaericus* y *Disholcaspis pulla* (Martínez-Romero *et al.*, 2022); sin embargo, no se conocen parasitoides asociados, por lo que el objetivo de este trabajo fue determinar las especies de agalladoras y sus parasitoides en cinco municipios del estado.



## MATERIAL Y MÉTODOS

### Material biológico

Las cecidias de los encinos fueron colectadas durante 2018-2021 en un muestreo aleatorio en los municipios de Apodaca, Escobedo, Monterrey, San Nicolás de los Garza y San Pedro Garza García en Nuevo León. Se colectaron 60 hojas de cada árbol afectado. El material fue depositado en botes de plástico. Las muestras fueron trasladadas al Laboratorio de Fisiología Molecular y Estructural ubicado en Ciudad Universitaria en el municipio de San Nicolás de los Garza.

Las hojas con protuberancias se mantuvieron en observación hasta la emergencia de las avispas parasitoides, una vez emergidas se colocaron en etanol a 96% para su identificación morfológica. Se utilizaron las claves taxonómicas de Pujade-Villar *et al.* (2016) y Zhang *et al.* (2021) en la identificación de los cinípidos y las claves de Nieves-Aldrey (1984), Pujade-Villar (1989) y Gómez *et al.* (2006) con los parasitoides; adicionalmente se comparó el material con ejemplares depositados en la Colección de Insectos Benéficos Entomófagos (FCB-AUNL). Se tomaron fotografías de los ejemplares con una cámara Nikon D100 y se utilizó el programa CZM Combine para agrupar las imágenes.

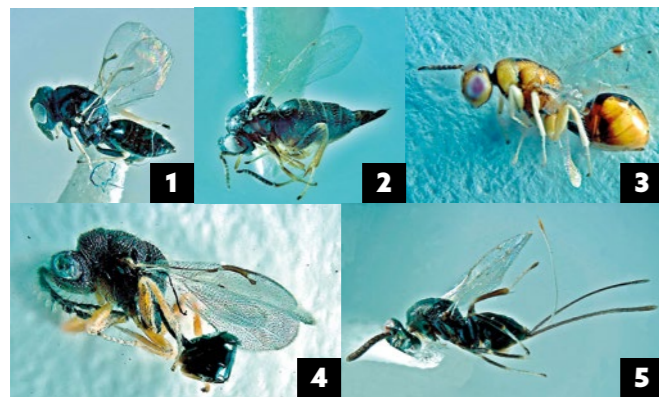


Figura 2. Avispas parasitoides asociados a *Andricus quercuslanigera*: 1) *Baryscapus fumipennis*, 2) *Ormyrus venustus*, 3) *Sycophila querlacinae*, 4) *Eurytoma sp.*, 5) Torymidae.

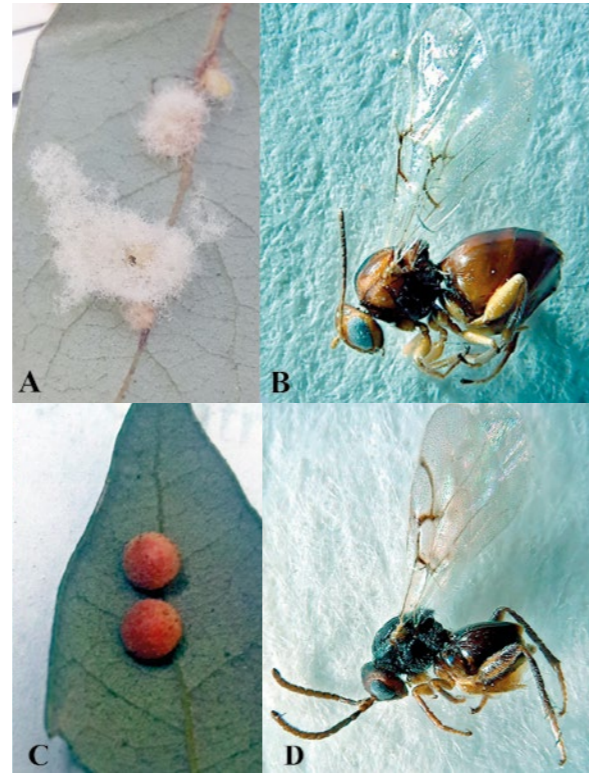


Figura 1. A) agalla inducida por *Andricus quercuslanigera*, B) *A. quercuslanigera* hembra, C) agalla inducida por *Belonocnema treatae*, D) *B. treatae* hembra.

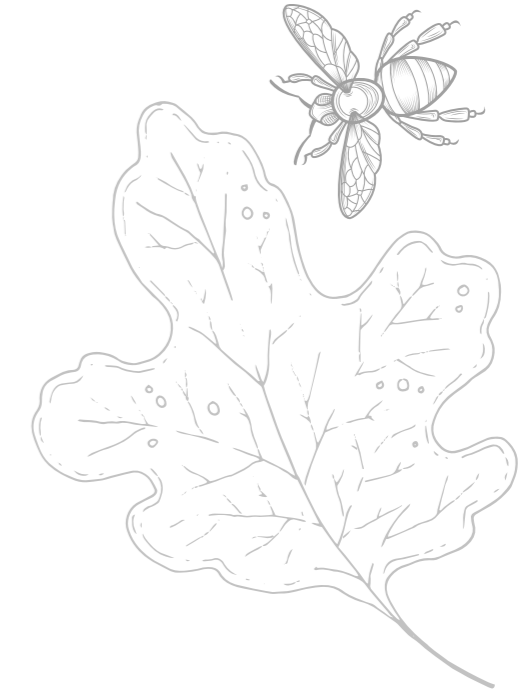
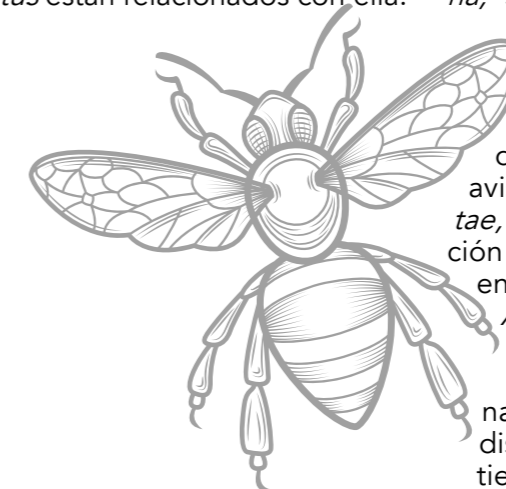
## RESULTADOS

Se examinaron en total 2,156 agallas, se encontraron dos tipos de éstas (figura 1A y 1C) y dos grupos de avispas agalladoras: *Andricus quercuslanigera* (figura 1B) (estuvo presente en todos los municipios muestreados) y *Belonocnema treatae* (figura 1D) (se encontró en los municipios de San Nicolás y Monterrey). No se encontraron parasitoides relacionados a *B. treatae*; sin embargo, para *A. quercuslanigera* se encontraron las familias Eurytomidae (*Sycophila querlacinae*, *Eurytoma sp.*), Eulophidae (*Baryscapus fumipennis*), Eupelmidae (*Eupelmus sp.*), Ormyridae (*Ormyrus venustus*) y Torymidae (figura 2). Todos los ejemplares fueron depositados en la Colección de Insectos Benéficos Entomófagos de la Facultad de Ciencias Biológicas, UANL (CIBE 18-031-CIBE 18-035; CIBE 19-008-CIBE 19-010).

## DISCUSIÓN

En este trabajo se determinaron las variedades de avispas agalladoras y sus parasitoides en algunos municipios del estado de Nuevo León. El incremento de cecidias foliares en encinos ha captado la atención de varios grupos de investigación quienes se han enfocado en analizar las interacciones biológicas involucradas en este proceso. Esto es importante debido a que, en estudios realizados en algunas regiones de México, donde hay mayor abundancia de encinos, se han encontrado agallas foliares relacionadas a la familia Cynipidae, las cuales están causando la muerte de estos árboles (Pujade-Villar *et al.*, 2016).

*Andricus quercuslanigera* forma estructuras algodonosas de color blanco (figura 1A), la tonalidad cambia conforme envejecen de color amarillento a tonalidades marrones. *A. quercuslanigera* ha sido previamente reportado en estados como Chihuahua, Nuevo León y Tamaulipas, se cree que se introdujo a México junto con su hospedero proveniente de Estados Unidos (Pujade-Villar *et al.*, 2016). *A. quercuslanigera* se ha relacionado con parasitoides de los géneros *Eurytoma*, *Ormyrus*, *Synergus* y *Torymus* (Serrano-Muñoz *et al.*, 2016). En cuanto a los resultados de la presente investigación, se encontró que *Sycophila querlacinae*, *Eurytoma sp.*, *Baryscapus fumipennis*, *Eupelmus sp.* y *Ormyrus venustus* están relacionados con ella.



*Belonocnema treatae* se ha reportado con una generación sexual y asexual, las cuales se alternan para completar un solo ciclo de vida bivoltino. *B. treatae* se ha reportado desde Texas hasta Florida (Zhang *et al.*, 2021). En este trabajo sólo se encontró la generación asexual conformada por hembras, ya que no se localizó al macho. Los parasitoides asociados a dicha especie son: *Galeopsomyia nigrocyanea*, *Brasema sp.*, *Eupelmus cushmani*, *Sycophila texana*, *Sycophila varians*, *Sycophila dorsalis*, *Ormyrus labotus*, *Anisopteromalus sp.*, *Torymus tubicola*, *Torymus fullawayi* y *Allorhogas sp.* (Forbes *et al.*, 2016). A diferencia de lo registrado en este estudio, no se encontraron avispas parasitoides asociados a *B. treatae*, es probable que sea nueva su inserción en el estado, por lo que aún no tiene enemigos naturales, como sucedió con *A. quercuslanigera* y su introducción en Chihuahua, su abundancia se debió a que era exótica, sin enemigos naturales, por lo que su población se disparó de forma exponencial en poco tiempo (Pujade-Villar *et al.*, 2016).

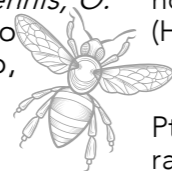


A pesar del gran número de protuberancias que se detectaron, provocadas por *A. quercuslanigera*, no existe evidencia bibliográfica de que ocasione un problema en el encino, además del estético. En cuanto a *B. treatae*, su registro para México es nuevo, por lo que no se sabe con certeza si a futuro pueda ocasionar algún tipo de daño; sin embargo, es necesario dar seguimiento a la evolución de ambas especies y verificar estos aspectos en Nuevo León.

Es importante mencionar que el número final de agalladoras, así como de avispas parasitoides, puede incrementarse debido a factores como ciclo de vida y periodo de desarrollo, donde se pudieron hacer las colectas de agallas sin ejemplares.

## CONCLUSIÓN

Este estudio contribuye al conocimiento de las avispas agalladoras y sus parasitoides en Nuevo León, ya que expone registros recientes de especies en el estado. *Andricus quercuslanigera* se encontró presente en todos los municipios muestreados al igual que sus parasitoides Torymidae, *Eurytoma* sp, *Eupelmus* sp, *B. fumipennis*, *O. venustrus* y *S. querlacinae*, siendo los últimos tres nuevos para México, al igual que *B. treatae*.



## REFERENCIAS

- Espirito-Santo, M.M. y Fernandes, G.W. (2007). How many species of gall inducing insects are there on Earth and where are they?, *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 100, 95-99.
- Forbes, A.A., Hall, M.C., Lund, J., et al. (2016). Parasitoids, hyperparasitoids, and inquiline associated with the sexual and asexual 63 generations of the gall former, *Belonocnema treatae* (Hymenoptera: Cynipidae), *Annals of the Entomological Society of America*, 109, 49-63.
- Gómez, J.F., Nieves, M.H., Torres, A.G., Askew, et al. (2006). Los Chalcidoidea (Hymenoptera) asociados con agallas de cinípidos (Hymenoptera, Cynipidae) en la Comunidad de Madrid, *Graellsia*, 62, 293-331.
- Hanson, P.E., y Heydon, S.L. (2006). Familia Pteromalidae. Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical, en Hayward, A., y G. N. Stone. (2005). Oak gall wasp communities: Evolution and ecology, *Basic Appl. Ecol.*, 6, 435-443.
- Martínez-Romero, A., Cuesta-Porta, V., Equihua-Martínez, A., et al. (2022). Aportación al conocimiento de las especies de Cynipini (Hymenoptera: Cynipidae) en los estados mexicanos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 93.
- Meyer, J. (1987). *Plant galls and gall inducers*. Gebruder Borntraeger, Berlin.
- Nieves-Aldrey, J.L. (1984). Sobre las especies de *Sycophila* Walker asociadas con agallas de cinípidos en la Península Ibérica, con descripción de una nueva especie (Hym., Eurytomidae), *Revista Española de Entomología*, 59, 179-191.
- Lobato-Vila, I., y Pujade-Villar, J. (2018). Estado actual del conocimiento de la diversidad de inquilinos de agallas de cinípidos en encinos de México (Hymenoptera: Cynipidae). *Entomología Mexicana*, 5, 435-443.
- Price, P.W., Fernandes, G.W., y Waring, G. L. (1987). Adaptive nature of insect galls, *Environmental Entomology*, 16, 15-24.
- Pujade-Villar, J., Equihua-Martínez, A., Estrada-Venegas, E.G., et al. (2009). Estado del conocimiento de los Cynipini (Hymenoptera: Cynipidae) en México: perspectivas de estudio, *Neotropical Entomology*, 38, 809-821.
- Pujade-Villar, J., y M. Ferrer-Suay. (2015). Adjudicación genérica de especies mexicanas de ubicación dudosa descritas por Kinsey, comentarios sobre la fauna mexicana (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini). *Butll. Inst. Catalana Hist. Nat.*, 79, 7-14.
- Pujade-Villar, J. (1989). Primeros datos sobre los eupelmidos asociados a agallas en Cataluña (Hym., Chalcidoidea, Eupelmidae) con la descripción del macho de *Macroneura seculata* (Ferrière, 1954), *Orsis: Organismes i Sistemes*, 151-160.
- Pujade-Villar, J., Jiménez-Quiroz, E., Trejo-Ramírez, O., et al. (2016). Una especie de avispa gallicola introducida en el estado de Chihuahua procedente de Estados Unidos: *Andricus quercuslanigera* (Ashmead, 1881) (Hymenoptera: Cynipidae), *Entomología Mexicana*, 3, 602-608.
- Serrano-Muñoz, M., Villegas-Guzmán, G.A., Callejas-Chavero, A., et al. (2016). Himenópteros asociados a las agallas de *Andricus quercuslanigera* (Hymenoptera: Cynipidae, Chalcidoidea) de Sierra de Guadalupe, estado de México, *Entomología Mexicana*, 3, 177-182.
- Stone, G.N., K. Schonrogge, R.J. Atkinson, et al. (2002). The population biology of oak gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae), *Annu. Rev. Entomol.*, 47, 633-668.
- Zhang, Y.M., Egan, S.P., Driscoe, A.L., et al. (2021). One hundred and sixty years of taxonomic confusion resolved: *Belonocnema* (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini) gall wasps associated with live oaks in the USA, *Zoological Journal of the Linnean Society*, 193, 1234-1255.



Recibido: 04/08/2022  
Aceptado: 01/09/2023

Descarga aquí nuestra versión digital.





# SECCIÓN ACADÉMICA

## Desarrollo biotecnológico para la producción de probióticos viables de chucrut a escala industrial

### Actividad antibacteriana del extracto metanólico de *Ficus carica* sobre bacterias multifarmacorresistentes



## Desarrollo biotecnológico para la producción de probióticos viables de chucrut a escala industrial

Claudio Guajardo-Barbosa ORCID: 0000-0003-4601-9404 Julio César Beltrán-Rocha ORCID: 0000-0002-8063-725X Ulrico Javier López-Chuken ORCID: 0000-0002-2100-9982

Alma Delia Nava-Torres ORCID: 0000-0002-1714-8410 Myriam Elías-Santos ORCID: 0000-0002-4179-0251 Rahim Foroughbakhch-Pournavab ORCID: 0000-0002-9783-9464

<https://doi.org/10.29105/cienciauanl27.125-4>

### RESUMEN

A nivel global, millones de personas padecen problemas gastrointestinales derivados de un desbalance en la microbiota intestinal ocasionada por la mala alimentación y el excesivo uso de antibióticos. Alternativamente, para disminuir esta problemática se generan alimentos funcionales a base de probióticos de origen lácteo; no obstante, éstos normalmente contienen trazas de metabolitos de origen animal, principalmente hormonas y medicamentos. Por este motivo existe, en años recientes, una marcada tendencia hacia la adopción de dietas vegetarianas que excluyen el consumo de probióticos lácteos. El presente avance biotecnológico contribuye en la solución de esta demanda al desarrollar, a nivel industrial, un producto liofilizado con microorganismos probióticos viables de origen vegetal.

Palabras clave: probióticos, chucrut, desarrollo biotecnológico, industria.

### ABSTRACT

*Globally, millions of people suffer from gastrointestinal problems derived from an imbalance in the intestinal microbiota caused by poor diet and excessive use of antibiotics. Alternatively, to reduce this problem, functional foods based on probiotics of dairy origin are being generated; however, these products usually contain metabolites traces of animal origin, mainly hormones and drugs. For this reason, there has been a marked trend in recent years towards the adoption of vegetarian diets that exclude the consumption of dairy probiotics. The present biotechnological advance contributes to the solution of this demand by developing at an industrial level a freeze-dried product with viable probiotic microorganisms of vegetable origin.*

Keywords: probiotics, chucrut, biotechnology development, industry.

### USO DE PRODUCTOS PROBIÓTICOS LÁCTEOS

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, y la Organización Mundial de la Salud (FAO/OMS, 2002), los probióticos se definen como

microorganismos vivos que al ser ingeridos en cierta proporción brindan beneficios al hospedero. Asimismo, sus características dependen de las materias primas de las que se generan (tabla I). Las principales desventajas en los probióticos lácteos es que se derivan de la leche animal, la cual es considerada una de las mayores fuentes de consumo de estrógenos en la nutrición humana.

\* Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, México.

\*\* Hervar Fam., S.A. de C.V.

Contacto: rahim.foroughbakhchpr@uanl.edu.mx

Está reportado que la leche del último periodo de la gestación y los primeros días de lactancia contiene cantidades importantes de estrógeno del tipo estrona E1 (Pierre *et al.*, 2006). Las razones de este contenido derivan de que la dieta del ganado incluye fito- y micoestrógenos, uso de medicamentos y el estado hormonal de la vaca cuando es ordeñada (Socas *et al.*, 2017). A todo lo anterior se le suma el uso ilegal de esteroides anabolizantes para el crecimiento del ganado, los cuales, en el metabolismo animal, atraviesan las glándulas mamarias y se transfieren a la leche (Noppe *et al.*, 2008).

## CHUCRUT COMO FUENTE DE PROBIÓTICOS DE ORIGEN VEGETAL

El chucrut es un alimento fermentado a base de col (*Brassica oleracea* L.), rico en probióticos. Se consume en Europa Oriental y Central desde hace más de diez siglos. Este alimento lo llegaron a emplear los antiguos romanos en algunos

inviernos cuando las cosechas eran malas y escaseaba el alimento. Gracias a su fermentación mantenía sus propiedades nutricionales y organolépticas (Zabat *et al.*, 2018).

Las bacterias ácido-lácticas fueron clasificadas inicialmente por Orla-Jensen en 1919. En la segunda mitad del siglo XX se dio a conocer que el chucrut contenía este tipo de bacterias, destacando la abundancia de *Lactiplantibacillus* spp. y *Bifidobacterium* spp. Los probióticos de origen vegetal han tomado gran importancia en el mercado de los alimentos funcionales, especialmente por sus beneficios a la salud, por ejemplo, dentro del género *Lactobacillus* se sabe que *Lactiplantibacillus plantarum* o, como se le denominaba anteriormente, *Lactobacillus plantarum* (Zheng *et al.* 2020), reduce los niveles de colesterol y triglicéridos en la sangre (Nguyen *et al.*, 2007). El consumir chucrut tiene la capacidad de cambiar y mejorar la estabilidad del microbioma intestinal, también alivia y reduce los síntomas del síndrome del intestino irritable (IBS por sus siglas en inglés) generando una mejor calidad de vida (Nielsen *et al.*, 2018; Zabat *et al.*, 2018).

Tabla I. Comparación de los suplementos probióticos según su origen (Vijaya *et al.*, 2015; Agrawal *et al.*, 2022).

Probióticos lácteos	Probióticos de origen vegetal
<ul style="list-style-type: none"> <li>Intolerantes a la lactosa no pueden consumirlo.</li> <li>No lo pueden consumir personas con alergia a las proteínas de la leche.</li> <li>No lo pueden consumir personas con dislipidemia.</li> <li>Contienen hormonas de origen animal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No tienen lactosa.</li> <li>Aptos para personas vegetarianas.</li> <li>Contienen compuestos anticancerígenos.</li> <li>Sin grasas saturadas y sin colesterol.</li> <li>No contienen hormonas de origen animal.</li> </ul>

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo fue efectuado en el Instituto de Biotecnología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL y en la empresa Hervar Fam, S.A. de CV. Antes de empezar el proceso de elaboración del chucrut, todo el material fue desinfectado de acuerdo a la norma MNX-F-605-NORMEX 2016. Se desecharon las primeras hojas que recubren la col y parte del tallo central, recuperando las tiernas. Para cortarlas se utilizó un equipo marca Torrey modelo PV-90, con el que se obtuvieron trozos de 0.5 cm de ancho a los que se les añadió sal de mar en grano (sin refinar y sin aditivos) en una proporción de 1.5% con respecto al peso de las hojas ralladas. Posteriormente, esta mezcla se prensó con el fin de liberar parte del agua contenida, este líquido permitió crear un ambiente anaerobio al sumergir los trozos, dando paso a la fermentación de los microorganismos probióticos a una temperatura de incubación de 20°C.

Al terminar el prensado, se transfirió el resultante a un fermentador de acero inoxidable Foshan DM-F700 de 200 kg de capacidad (figura 1). Con la finalidad de compactar la mezcla y evitar formación de burbujas de aire y espuma durante el proceso fermentativo, se cubrió la superficie con las hojas externas de la col y se aplicó presión sosteniéndola con placas de cerámica.

Al llegar a la fase de crecimiento máximo de la población de células probióticas, se drenó la masa sólida de col fermentada, se pesó y se separó en seis grupos, a tres se les añadió, como crioprotector, 5% de sacarosa (Beganovic *et al.*, 2014) desinfectada con dióxido de etileno y tres a los que no se añadió crioprotector. Posteriormente se procedió a liofilizar en un equipo KEMOLO FD-50 con una capacidad de 50 Kg (figura 2). Las condiciones generales de liofilización fueron las siguientes: temperatura de sublimación de -37 a -10°C durante 24h y una temperatura final de 25°C.

## Parámetros de crecimiento microbiano en col

Durante la fermentación se realizó la medición de ácido láctico según el método descrito en la NMX-F-420-1982. Para verificar las fases de la cinética del crecimiento microbiano se realizó el conteo en placa cada tres días usando el medio de cultivo de Man, Rogosa y Sharpe (MRS) específico para *Lactobacillus* spp.



Figura 1. Fermentador FOSHAN DM-F700.





Figura 2. Liofilizador KEMOLO FD-50.

### Viabilidad de los microorganismos probióticos

Se procedió a determinar el porcentaje de viabilidad realizando el conteo de UFC/g en medio MRS antes y después del liofilizado. Se cuantificaron las UFC/g (expresados en peso seco) con la siguiente fórmula: % Viabilidad =  $100 - ((A-B) \times 100/A)$ . Donde: A = Conteo bacteriano (UFC/g) previo a la liofilización y B = Conteo bacteriano (UFC/g) posterior a la liofilización.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la fermentación se originó una acelerada formación de ácido láctico con una reducción entre los días 3 y 6, para posteriormente aumentar el rendimiento hasta llegar a la fase estacionaria en el día 17 con una producción de 3.2 mg

de ácido láctico por 100 g de cultivo (figura 3). En contraste a la generación de ácido láctico obtenido (3.25 mg/100g) a una temperatura de incubación de 20°C, un estudio realizado por Fadhil *et al.* (2019) obtuvo una concentración de 9.6 mg/100 g a 25°C, señalándose que dicha diferencia radicó en las distintas temperaturas de incubación utilizadas.

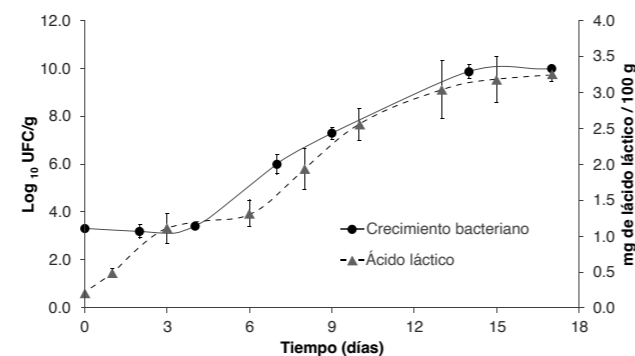


Figura 3. Cinética de crecimiento bacteriano y producción de ácido láctico.

### Cinética de crecimiento bacteriano

En el inicio de la fermentación (fase de adaptación) la concentración de *Lactobacillus* spp. autóctonos era de 1,000 UFC/g. Posteriormente, la fase exponencial se generó entre los días 5 a 15, presentándose la fase estacionaria al día 17 con un crecimiento de  $10^{10}$  UFC/g (figura 3), lo cual indica que la cepa predominante fue más resistente al ácido láctico. Cabe destacar que la concentración obtenida en el presente desarrollo ( $10^{10}$  UFC/g) fue superior a lo reportado por Di Biase *et al.* (2022), quienes obtuvieron un crecimiento máximo de  $10^8$  UFC/g.

### Viabilidad celular en el chucrut

La col fermentada sin crioprotector presentó una viabilidad de *Lactobacillus* spp., después de la liofilización, de  $36.5\% \pm 22.0$ ; en cambio, el uso de sacarosa a 5% como crioprotector produjo una viabilidad de  $89.3\% \pm 18.5$  (figura 4). Este dato coincide con una investigación efectuada por Beganovic *et al.* (2014) en la que usó sacarosa a modo de crioprotector en distintas cepas de *Lactobacillus* y obtuvo una viabilidad que osciló entre 87.6 y 96%.

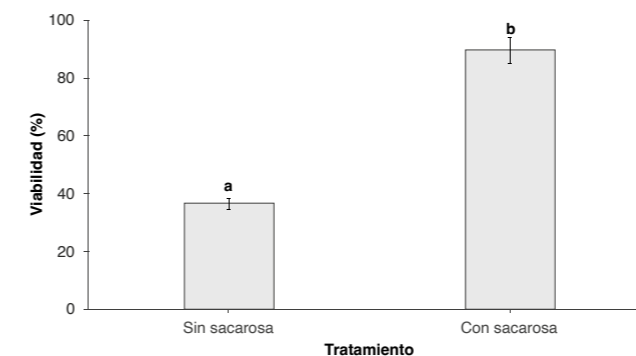


Figura 4. Viabilidad de los microorganismos sin crioprotector y con crioprotector (ANOVA de una vía (n=3). P&gt;0.05. Letras diferentes indican diferencias significativas).

## CONCLUSIONES

La mayor producción de ácido láctico y la finalización del proceso de fermentación en la elaboración de chucrut se definieron a los 17 días de cultivo, tiempo en el que se presentó la fase estacionaria. La sacarosa fue un aditivo de importancia debido a que al ser usado como crioprotector durante el liofilizado aumentó la viabilidad celular de los *Lactobacillus* spp. en el resultado final.

## REFERENCIAS

- Agrawal, M.Y., Gaikwad, S., Srivastava, S., *et al.* (2022). Research Trend and Detailed Insights into the Molecular Mechanisms of Food Bioactive Compounds against Cancer: A Comprehensive Review with Special Emphasis on Probiotics, *Cancers*, 14 (22), 5482.
- Beganović, J., Kos, B., Pavunc, A.L., *et al.* (2014). Traditionally produced sauerkraut as source of autochthonous functional starter cultures, *Microbiological Research*, 169, 7-8.
- Di Biase, M., Le Marc, Y., Bavaro, A.R., *et al.* (2022). A Predictive Growth Model for Pro-technological and Probiotic Lacticaseibacillus paracasei Strains Fermenting White Cabbage, *Frontiers in Microbiology*, 13.
- Fadhil, R., Hayati, R., y Agustina, R. (2019). Quality characteristics of sauerkraut from cabbage (*Brassica oleracea*) during fermentation and variation of salt concentration, *International Journal of Scientific and Technology Research*, 8 (10), 2906-2909.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, y Organización Mundial de la Salud. (2002). *Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. Joint FAO/WHO Working Group Report on Drafting Guidelines for*

*the Evaluation of Probiotics in Food*, London, Ontario, Canada, 11.

Nguyen, T.D.T., Kang, J.H., y Lee, M.S. (2007). Characterization of *Lactobacillus plantarum* PH04, a potential probiotic bacterium with cholesterol-lowering effects, *International Journal of Food Microbiology*, 113(3), 358-361.

Nielsen, E.S., Garnås, E., Jensen, K.J., *et al.* (2018). Lacto-fermented sauerkraut improves symptoms in IBS patients independent of product pasteurisation-a pilot study, *Food and Function*, 9 (10), 5323-5335.

Noppe, H., Le Bizec, B., Verheyden, K., *et al.* (2008). Novel analytical methods for the determination of steroid hormones in edible matrices, *Analytica Chimica Acta*, 611(1), 1-16.

Orla-Jensen, S. (1919). The lactic acid bacteria, *Fred Hostand Son*, 3(2).

Pierre-Nicolas, J., Pouliot, Y., Gauthier, S.F., *et al.* (2006). Hormones in bovine milk and milk products: A survey, *International Dairy Journal*, 16(11), 1408-1414.

Socas-Rodríguez, B., Lanková, D., Urbancová, K., *et al.* (2017). Multiclass analytical method for the determination of natural/synthetic steroid hormones, phytoestrogens, and mycoestrogens in milk and yogurt, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 409(18), 4467-4477.

Vijaya Kumar, B., Vijayendra, S.V.N., y Reddy, O. V.S. (2015). Trends in dairy and non-dairy probiotic products-a review, *Journal of Food Science and Technology*, 52 (10), 6112-6124.

Zabat, M.A., Sano, W.H., Wurster, J.I., *et al.* (2018). Microbial community analysis of sauerkraut fermentation reveals a stable and rapidly established community, *Foods*, 7(5).

Zheng, J., Wittouck, S., Salvetti, E., *et al.* (2020). A taxonomic note on the genus *Lactobacillus*: Description of 23 novel genera, emended description of the genus *Lactobacillus* Beijerinck 1901, and union of *Lactobacillaceae* and *Leuconostocaceae*, *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 70(4), 2782-2858.

Recibido: 30/09/2022  
Aceptado: 23/11/2022

Descarga aquí nuestra versión digital.



# Actividad antibacteriana del extracto metanólico de *Ficus carica* sobre bacterias multifarmacorresistentes

Catalina Leos-Rivas  
ORCID: 0000-0002-3626-7263

David Gilberto García-Hernández  
ORCID: 0000-0001-8409-139X

María Julia Verde-Star  
ORCID: 0000-0001-8837-2682

Catalina Rivas-Morales  
ORCID: 0000-0001-9786-4953

Luis Ángel Alba-Ipiña

<https://doi.org/10.29105/cienciauanl27.125-5>

## RESUMEN

Desde tiempos antiguos las plantas han constituido un recurso en los sistemas de salud en países en desarrollo, la OMS ha estimado que más de 80% de la población emplea la medicina tradicional. Las bacterias van adquiriendo resistencia a los fármacos, debido a esto se buscan alternativas. El propósito de este estudio fue la evaluación del extracto metanólico de *Ficus carica* (higuera) contra cepas bacterianas multifarmacorresistentes. Éste presenta actividad contra *E. coli* 25922 y *S. aureus* BAA-44 con una concentración mínima inhibitoria de 1,000 µg/ml, además contiene esteroides, terpenos, flavonoides carbohidratos.

Palabras clave: *Ficus carica*, farmacorresistencia, extracto metanólico, actividad antibacteriana, extracto de plantas.

## ABSTRACT

Since ancient times, plants have been a resource in health systems in developing countries, the WHO has estimated that more than 80% of the population employs traditional medicine. Bacteria are acquiring drug resistance, due to this alternatives are sought. The purpose of this study was the evaluation of the methanolic extract of *Ficus carica* (Fig tree) against multidrug-resistant bacterial strains. The methanolic extract of *F. carica* shows activity against *E. coli* 25922 and *S. aureus* BAA-44 with a minimum inhibitory concentration of 1,000 µg/ml, as well as the presence of steroids, terpenes, flavonoids and carbohydrate.

Key words: *Ficus carica*, drug resistance, methanolic extract, antibacterial activity, plant extracts.

Desde tiempos remotos la humanidad ha utilizado las plantas contra diversos padecimientos; en la actualidad representa un recurso muy valioso en los sistemas de salud de los países en desarrollo. Los datos precisos para evaluar la extensión sobre su empleo global son inexistentes, pero la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2016) ha estimado que más de 80% de la población mundial emplea de manera rutinaria la medicina tradicional en la satisfacción de su necesidad primaria de salud. Además, la mayor parte de los tratamientos implica el uso de extractos y principios activos de éstas (Ssegawa y Kasenene, 2007; Katewa *et al.*, 2005).

Las plantas medicinales en México y en diversas zonas del mundo se utilizan en padecimientos comunes: dolor estomacal, de cabeza, afecciones en la piel, anemia. También se usan en el tratamiento de enfermedades más complejas: diabetes, epilepsia, problemas de fertilidad, cálculos renales, gangrena y cáncer, ya que la medicina moderna carece de tratamientos definitivos que las eliminen o erradiquen (Aguilar *et al.*, 1994; Argueta, 1994).

El descubrimiento de la penicilina por Alexander Fleming (1929) marcó el comienzo de la era de los antibióticos. Después de este hallazgo, en

\* Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, México.  
Contacto: catalina.rivasmr@uanl.edu.mx

la década de 1940, se presentaron cepas productoras de penicilinas, esto generó la producción de penicilinas semisintéticas resistentes a esta enzima. Un año más tarde se reportó la presencia de cepas resistentes a la meticilina (MRSA) en el Reino Unido (RU) (Jevons, 1961).

Acorde con esto, la búsqueda de nuevas alternativas para controlar enfermedades ocasionadas por microorganismos farmacorresistentes es imprescindible y de vital importancia en el control de enfermedades ocasionadas por microorganismos farmacorresistentes. Por lo que el estudio se enfocó en evaluar la actividad antibacteriana de *F. carica* sobre *Staphylococcus aureus* (ATCC BAA-44), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 700603), *Acinobacter baumannii* (ATCC 15308) y *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212).

## ANTECEDENTES

Los primeros antecedentes sobre el uso de las plantas medicinales parten de la prehistoria, en estudios realizados en Shanidar, Irak, con 60,000 años de antigüedad, en donde se encontraron restos de ocho especies de plantas posiblemente empleadas como medicina (Porter, 1967).

La medicina tradicional desempeña un doble papel: por un lado ser competitiva con la medicina llamada oficial u occidental, en cuanto a la cura y profilaxis. Pero también se convierte en un instrumento valioso, proveedor de medios específicos que guían investigaciones cuyos objetivos son la búsqueda de nuevos medicamentos o terapias no normalizadas (Prieto-González *et al.*, 2004). Actualmente, el consumo de plantas medicinales se asocia al concepto de inocuo y saludable. Sin embargo, se debe tener conocimiento sobre las interacciones con otros medicamentos para evitar riesgos en la salud de quienes lo consumen (Moreale *et al.*, 2012).

Cruzado *et al.* (2013) recomiendan masticar las hojas de *Ficus carica* (higuera) si se quiere eliminar las úlceras; el jugo de las hojas contiene una gran cantidad de fibra que beneficia el sistema digestivo, esto se recomienda en personas con sobrepeso, ya que mejora el ritmo digestivo y combate el estreñimiento pues es un laxante natural.

Abarca y Chávez (2018) determinaron que el extracto etanólico de las hojas de *F. carica* L (higo) presenta actividad antiulcerosa en ratas a una dosis de 800 mg/kg, ya que inhibe 83.01% la ulceración gástrica, en comparación con la ranitidina, que inhibe 73.58%. Además contiene flavonoides, alcaloides, compuestos fenólicos y grupos amina libres detectados por análisis fitoquímico.

Expósito *et al.* (2017) obtuvieron fracciones de A-F de hojas y órganos aéreos, frutos verdes y maduros de *F. carica* L, en los cuales detectaron compuestos por tamizaje fitoquímico. La fracción A contiene aminas, taninos, la fracción B contiene triterpenos-esteroideos y las fracciones C y D de hojas y frutos presentan flavonoides, las fracciones D y E proantocianidinas-catequinas. En la fracción E sólo se detectaron azúcares reductores y en la F las saponinas. La composición química de los frutos y hojas de *F. carica* L es similar a las especies de otros países.

Belattar *et al.* (2021) determinaron el potencial antimicrobiano de esencias crudas de hojas de *F. carica* (Argelia) contra bacterias patógenas en alimentarios: *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* y *Escherichia coli*. La actividad bactericida del extracto de hojas (Blanquette) sobre *P. aeruginosa* fue de 9.25, 8.75 y 8.0 mm a concentraciones de 100, 50 y 25 mg/ml, respectivamente; para *E. coli* fue de 6.5 mm, a 25 mg/ml y la actividad antibacteriana resistente se mostraba a 6 mm.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Obtención de los extractos

Las hojas de *Ficus carica* fueron recolectadas en el área de Escobedo, Nuevo León, México. La planta se secó a la sombra a temperatura ambiente durante dos semanas. Posteriormente se trituraron y se colocaron en matraces Erlenmeyer, se les agregó metanol, se dejaron reposando alrededor de dos semanas con agitaciones diarias de 15 min con el fin de homogenizar la muestra. Posteriormente se pasaron al rotavapor.

### Preparación de las soluciones a evaluar

La solución del extracto metanólico se preparó a 25 mg/ml en un vial, posteriormente se prepararon seis viales más a los que se les agregó 1,500 µl de agua estéril y se realizó una dilución seriada quedando 12.50, 6.25, 3.13, 1.56, 0.78 y 0.39 mg/ml (Barry *et al.*, 1999; Espinoza, 2020).

### Actividad antibacteriana

Con el fin de evaluar el efecto antibacteriano se utilizaron cepas de referencia: *Staphylococcus aureus* (ATCC BAA-44), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 700603), *Acinobacter baumannii* (ATCC 15308) y *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212). Cada una por separado se inoculó en un tubo con medio de cultivo Muller Hilton, éstos se incubaron durante 24 h a 36°C (Barry *et al.*, 1999; Espinoza, 2020).

Luego se estandarizó el inóculo de cada cepa con la escala de 0.5 de McFarland ( $1 \times 10^8$  UFC/ml), se tomaron 100 µl del inóculo y se sembró en una placa de agar Müller Hinton mediante la técnica de extendido empleando un asa Digralsky, donde se dispusieron los pocillos alejados de los bordes y con espacio entre cada uno de los orificios, de esta manera se evita que los halos de inhibición se agrupen, se realizaron cinco pocillos sobre el agar, en el centro el control negativo (25 µl agua destilada estéril), los otros cuatro con 25 µl de las diluciones del extracto previamente preparado, las placas se incubaron a 36°C por 24 h y se midieron los halos de inhibición (Barry *et al.*, 1999; Espinoza, 2020).

### Concentración mínima inhibitoria

Se utilizó la difusión en placa por pocillo, pero empleando la concentración mínima obtenida en el procedimiento anterior preparando seis diluciones a una concentración de 12.50, 6.25, 3.13, 1.56, 0.78 y 0.39 mg/ml para observar la menor concentración, donde no haya desarrollo de halo de inhibición, considerando como resultado aquél que a la menor concentración no presente desarrollo.

### Tamizaje fitoquímico

Se realizó con pruebas químicas según la metodología de Verde *et al.* (2016). Alcaloides: prueba de Dragendorff; flavonoides: prueba de Shinoda; sesquiterpenlactonas: prueba de Baljet; carbohidratos: prueba de Molish; esteroides y triterpenos: prueba de Liebermann-Buchard y oxhidrilos fenólicos (taninos vegetales): prueba de FeCl<sub>3</sub>.

## Análisis estadístico

Los valores se expresaron como media  $\pm$  DE (n=3).

## RESULTADOS

### Actividad antibacteriana

Primeramente se verificó la resistencia de las bacterias evaluadas ante distintos fármacos por medio de antibiogramas Multibac ID (ampicilina -10 meq-, cefalotina -30 meq-, cefotaxima -30 meq-, ciprofloxacina -5 meq-, clindamicina -30 meq-, dicloxacilina -1 meq-, eritromicina -15 meq-, gentamicina -10 meq-, penicilina -10 U- tetraciclina -30 meq-, sulfametoxazol/trimetoprim -25 meq-, bancomicina -30 meq-), posteriormente se determinó la actividad bactericida utilizando la técnica de difusión en placa por pocillo, observándose operación únicamente en la cepa de *S. aureus* BAA-44 y en la cepa de *E. coli* 25922 con el extracto de *F. carica* resuspendido en metanol a una concentración de 25 mg/ml. El pocillo en el que se mostró la inhibición en ambos casos fue en el marcado con el número 1 en las tres repeticiones realizadas, como se muestra la figura 1.

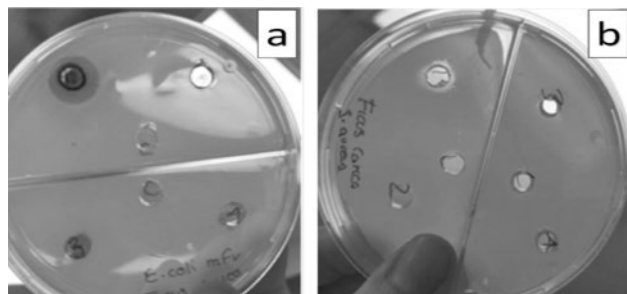


Figura 1. Actividad bactericida del extracto de *F. carica* sobre *E. coli* 25922 (a) y *S. aureus* BAA-44 (b), en las que se observa el halo de inhibición mostrado solamente en el pocillo número 1 para cada uno.

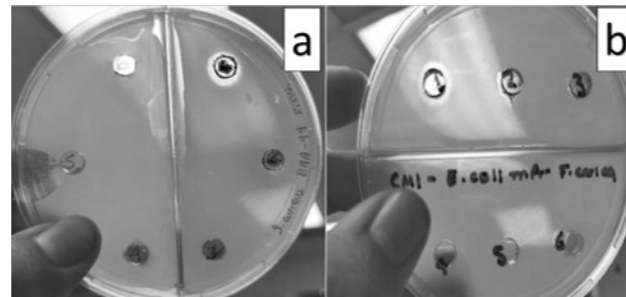


Figura 2. Halos de inhibición obtenidos de las diluciones a partir de 1,000 mg/ml en donde se puede observar la cepa de *S. aureus* BAA-44 (a) y *E. coli* 25922 (b).

### Concentración mínima inhibitoria-CMI

A partir de la difusión en placa por pocillo se tomó la concentración mínima encontrada, que en su caso correspondía a 1,000  $\mu$ g/ml, y se realizaron seis diluciones (12.50, 6.25, 3.13, 1.56, 0.78 y 0.39  $\mu$ g/ml), a partir de éstas se corroboró que efectivamente para el extracto de *F. carica* ante las cepas multifarmacorresistentes de *E. coli* y *S. aureus* la CMI es de 1,000  $\mu$ g/ml (figura 2).

El tamizaje fitoquímico del extracto de *F. carica* se muestra en la tabla I.

Tabla I. Metabolitos en el extracto de *F. carica*.

Metabolito	Presencia
Alcaloides	-
Flavonoides	+
Sesquiterpenlactonas	-
Carbohidratos	+
Esteroles y terpenos	+
Taninos	-

Presencia = +, Ausencia = -.

## DISCUSIÓN

En esta investigación se llevó a cabo la evaluación de la actividad antimicrobiana del extracto metanólico de *F. carica* (higo), proveniente de Nuevo León, México. Se partió desde la elaboración de un antibiograma que fue de utilidad en el establecimiento de las resistencias adquiridas por las bacterias manipuladas. Posterior a esto se empleó la técnica de difusión en placa por pocillo para analizar la capacidad del extracto de la planta ante estas cepas bacterianas de interés, obteniendo así resultados favorables ante las cepas de *S. aureus* y *E. coli*, lo que coincide con lo encontrado por Belattar *et al.* (2021). Asimismo, Aref *et al.* (2010) muestran el potencial de *F. carica* ante cepas clínicas utilizando solventes como cloroformo y etanol; sin embargo, la actividad bactericida observada en las presentes investigaciones difiere del resultado obtenido, esto podría deberse a la multiresistencia a antibióticos que presentan las cepas evaluadas, así como el solvente utilizado.

Luego de la obtención de los halos de inhibición se procedió a buscar la cantidad mínima inhibitoria con el fin de crear una dosificación específica, en la cual el rango mínimo que se obtuvo fue de un aproximado de 1,000  $\mu$ g/ml, esta cantidad se puede comparar con la obtenida en las investigaciones de Jeong *et al.* (2009): 250 mg/ml, observándose así una diferencia significativa, partiendo de que se obtuvieron los extractos metanólicos de la misma forma, por lo que consideramos que la diferencia obtenida puede deberse a la región y la época de recolección de la planta.

Al comparar los resultados con las dosis reportadas por Belattar *et al.* (2021), podemos observar que los rangos iniciales de actividad son de 100 mg/ml, siendo la dosificación mínima de 25 mg/ml, en la cual se obtienen las inhibiciones más pequeñas de 6 mm por pocillo, a diferencia de las encontradas en esta investigación, en las cuales se emplearon dosis menores a 25 mg/ml con inhibiciones de 2-4 mm. Otro hecho a considerar de las diferencias en el resultado es la posible distribución de la cantidad de muestra depositada en los pocillos: 100  $\mu$ l, siendo ésta la que mostraba mayor inhibición.

Por último se realizaron pruebas fitoquímicas de *F. carica* para observar qué componentes se encuentran presentes, se observó la presencia de metabolitos secundarios: esteroides, terpenos, flavonoides y carbohidratos, se ha reportado la aparición de terpenos, flavonoides, azúcares reductores y aminas en la investigación de Expósito *et al.* (2017), a éstos se les atribuyen varias funciones tanto medicinales como contra bacterias como *S. aureus* y *E. coli*.

## CONCLUSION

El extracto metanólico de hojas de *Ficus carica* presenta actividad antimicrobiana sólo con dos de las seis cepas evaluadas: *S. aureus* BAA-44 y *E. coli* 25922, con una inhibición de 2 mm y 4 mm, respectivamente, a una concentración mínima inhibitoria de 1,000  $\mu$ g/ml. En el tamizaje fitoquímico se determinó la presencia de esteroides, terpenos, flavonoides y carbohidratos, a los cuales se les puede atribuir la actividad biológica. La esencia de esta planta puede ser

considerada en un futuro como alternativa en el tratamiento o coadyuvante contra enfermedades producidas por estos microorganismos.

## REFERENCIAS

Aref, H.L., Salah, K.B., Chaumont, J.P., *et al.* (2010). In vitro antimicrobial activity of four *Ficus carica* latex fractions against resistant human pathogens (antimicrobial activity of *Ficus carica latex*), *Pak. J. Pharm. Sci.*, 23(1), 53-58.

Abarca, E., Chávez, J. (2018). *Actividad antiulcerosa del extracto etanólico de las hojas de Ficus carica L. (higo) en ratas*, Universidad Norbert Wiener, <http://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/123456789/2201>

Aguilar, A., Camacho, J.R., Chino, S., *et al.* (1994). *Plantas medicinales del herbario*, Instituto Mexicano del Seguro Social, México.

Argueta, V., Cano, A.L., Rodarte, M.E. (1994). *Atlas de las plantas de la medicina tradicional mexicana*, Instituto Nacional Indigenista, México.

Barry, A., Craig, W., Nadler, H., *et al.* (1999). Métodos para determinar la actividad bactericida de los agentes antimicrobianos; directriz aprobada, *Instituto de Estándares Clínicos y de Laboratorio*, 19(8), 1-29.

Blettat, H., Homour, S., Yahia, A. (2021). Cribado fitoquímico y evaluación de la actividad antimicrobiana del extracto metanólico de *Ficus carica*, *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(1), <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i1.2435>

Cruzado, M., Pastor, A., Castro, N., *et al.* (2013). Determinación de compuestos fenóli-

cos y actividad antioxidante de extractos de alcachofa (*Cynara scolymus L.*), *Rev Soc Quím Perú*, 79(1), 57-63.

Espinoza, A.J. (2020). *Actividad antimicrobiana de extractos acuosos de plantas sobre cepas multifarmacorresistentes* (tesis de licenciatura), Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.

Expósito, E., Díaz, A., Contreras, J., *et al.* (2017). Estudio cualitativo de sustancias químicas presentes en la planta *Ficus carica L.*, *Rev Electron Dr Zoilo Mar Vidaurreta*, 42(3).

Jevons, M. P. (1961). "Celbenin" - resistant Staphylococci, *British Medical Journal*, 1(5219), 124-125.

Jeong M., Kim, H., Cha, J. (2009). Antimicrobial activity of methanol extract from *Ficus carica* leaves against oral bacteria, *Journal of Bacteriology and Virology*, 39(2), <https://doi.org/10.4167/jbv.2009.39.2.97>

Jain, A., Katewa, S.S., Galav, P.K., *et al.* (2005). Medicinal plant diversity of Sitamata wildlife sanctuary, Rajasthan, India, *Journal of Ethnopharmacology*, 102(2), 143-157.

Moreale, J., González, T., Giménez, A., *et al.* (2012). Evaluación de las interacciones farmacológicas de las hierbas medicinales en Uruguay, *Biomedicina*, 7(3), 6-21.

Porter, C.L. (1967). *Taxonomy of flowering plants*. N.H. Freeman and Company. New York. 73 p.

Prieto-González, S., Garrido-Garrido, G., González-Lavaut, J.A., *et al.* (2004). Actualidad de la medicina tradicional herbolaria. *Revista CENIC: Ciencias Biológicas*, 35(1), [http://www.academia.edu/download/30280904/cb-2004-1-019-036\\_0.Pdf](http://www.academia.edu/download/30280904/cb-2004-1-019-036_0.Pdf)

Ssegawa, P., Kasenene, J.M. (2007). Medicinal plant diversity and uses in the Sango Bay area,

Southern Uganda, *Journal of Ethnopharmacology*, 113(3), 521-540, <https://doi.org/10.1016/j.jep.2007.07.014>

Verde-Star, M.J., García-González, S., Rivas-Morales, C. (2016). Metodología científica

para el estudio de plantas medicinales, en Rivas-Morales, C., Oranday Carenas, M.A., Verde-Star, M.J. (eds). *Investigación en plantas de importancia médica*, OmniaScience, Barcelona, España.

Recibido: 29/09/2022  
Aceptado: 23/08/2023

Descarga aquí nuestra versión digital.





Curiosidad

# Valor nutricional y energético de cuatro especies de pastos de agostaderos del noreste de México

**Nydia Corina Vásquez Aguilar\*, Litzzy Javier Morales\*,  
Juan Emmanuel Segura Carmona\*, Hugo Bernal Barragán\***

<https://doi.org/10.29105/cienciauanl27.125-6>

\* Universidad Autónoma de Nuevo León, General Escobedo, México.  
Contacto: hugo.bernalbr@uanl.edu.mx

Si se desea contribuir al desarrollo de sistemas pecuarios sostenibles que brinden beneficios económicos a los ganaderos en la producción de alimentos nutritivos y de alta calidad, es importante que se tenga un mejor aprovechamiento de los recursos naturales, incluyendo los pastos, que representan el medio alimenticio fundamental para la ganadería, por el aporte de nutrientes y energía a partir de fuentes económicas (Melesse *et al.*, 2017).

Los forrajes disponibles en el ámbito pecuario son la principal reserva de nutrientes destinados a los sistemas productivos ganaderos en el régimen vaca-becerro, por lo que resulta de gran importancia su caracterización química en cuanto a materia seca, cenizas, carbohidratos, energía y proteína (Ortega-Aguirre *et al.*, 2015).

En los agostaderos del estado de Nuevo León se cuenta con diversas especies de prados que pueden ser utilizados en los sistemas ganaderos, por ser una fuente de alimento potencialmente renovable y de bajo costo, comparado con los precios de los granos, por lo que se considera conveniente identificar cuáles forrajes son más nutritivos y digestibles.

En el presente estudio se analizó la composición química y la producción de gas *in vitro* en líquido ruminal, para estimar el contenido de energía y la digestibilidad de la materia orgánica de cuatro muestras colectadas en agostaderos de la Unidad Académica Marín, de la Facultad de Agronomía-UANL, de pastos Buffel (*Cenchrus ciliaris L.*), tres barbas (*Aristida purpurea Nutt.*), barbón rosado (*Pappophorum*

*bicolor* Fourn.) y zacate camalote (*Paspalum pubiflorum* Rupr.), con el fin de determinar su potencial forrajero. Esto ayudará a incentivar la utilización de las especies con mayor calidad alimenticia que favorezcan la nutrición del ganado en el noreste de México (Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron cuatro muestras de igual número de especies identificadas, según las descripciones de Valdés Reyna (2015), como Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), tres barbas (*Aristida purpurea* Nutt.), barbón rosado (*Pappophorum bicolor* Fourn.) y zacate camalote (*Paspalum pubiflorum* Rupr.), de los agostaderos de la Unidad Académica Marín, de la Facultad de Agronomía-UANL, localizada en el municipio de Marín, N.L. (25° 53'N: 100° 03'W), México. La precipitación promedio anual es de 600 mm, y el tipo de vegetación que predomina es el matorral espinoso tamaulipeco (MET) (Inegi, 2014). El muestreo se realizó entre el 15 de junio y el 15 de julio de 2021, cuando las plantas alcanzaron su pleno desarrollo y se encontraban en fase de floración, y que además contaran con tallos vegetativos y reproductivos.

Las muestras fueron identificadas y posteriormente secadas por 48h a 60°C en una estufa de aire (Yamato Scientific America, Japan), hasta llegar a peso constante. Se molieron en un molino Wiley (Arthur A. Thomas Co. Filadelfia, PA) y se pasaron a través de una malla de 1 mm.

En el Laboratorio de Nutrición y Calidad de Alimentos se llevó a cabo la determinación de materia seca (AOAC 930.15), cenizas (AOAC 942.05), grasa cruda (AOAC 920.39), proteína cruda (AOAC, 2005). La determinación de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina ácido detergente se realizó mediante los procedimientos de Van Soest *et al.* (1991). Los contenidos de hemicelulosa (FDN-FDA) y celulosa (FDA-Lignina) se calcularon por diferencia.

La determinación de la producción de gas *in vitro* se realizó empleando la técnica desarrollada por Menke y Steingass (1988), incubando 1 g de muestra a 39°C durante 24 horas en Módulos ANKOM de 250 mL (Ankom Technology, NY, USA), utilizando 80 mL de un inóculo formado por una proporción 1:2 de líquido ruminal y una solución buffer enriquecida con un compuesto de macro y microminerales.

Se utilizaron dos borregos de la raza Saint Croix, de 3 años de edad, suplementados con 1.3 kg/día de una dieta a base de 75% forraje y 25% concentrado, provistos de una cánula para obtener el líquido ruminal utilizando una manguera con un filtro en el extremo, que fue introducida en el saco ventral del rumen, manteniendo el líquido en condiciones controladas de anaerobiosis y temperatura a 39°C, purgando con CO<sub>2</sub> durante el proceso.

La energía metabolizable (EM) y la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) fueron estimados a partir de la producción de gas *in*

*in vitro* a las 24 horas de incubación (PG 24h), y considerando los contenidos de proteína cruda, extracto etéreo y cenizas de cada una de las correspondientes muestras analizadas, de acuerdo con las ecuaciones propuestas por Menke y Steingass (1988).

Los resultados fueron analizados estadísticamente de acuerdo con un diseño completamente al azar, realizando un análisis de varianza (ANOVA) en cuatro forrajes colectados de igual número de sitios de muestreo (n=4). Las determinaciones analíticas se realizaron por duplicado. Se llevó a cabo una comparación de medias por el método Tukey, a un nivel de significancia de  $P = 0.05$ . Se utilizó el paquete estadístico SPSS (IBM, 2013).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de la composición química de las cuatro especies evaluadas en el presente estudio se muestran en la tabla I. La cantidad de PC de *Aristida purpurea* (5.39%) fue menor al de *Cenchrus ciliaris* (8.00%) y al de *Paspalum pubiflorum* (13.50%;  $P < 0.001$ ). Se registraron diferencias significativas ( $P < 0.001$ ) entre especies en cenizas (tabla I), sin embargo, la grasa cruda fue similar ( $P > 0.05$ ). La composición química del pasto Buffel en el presente estudio concuerda con la reportada por Salazar-Cubillas y Dickhoefer (2021) y por Melesse *et al.* (2017), pero en la bibliografía es escasa la información sobre la composición química de las otras tres especies.

**Tabla I. Contenido (% de MS) de cenizas, proteína cruda (PC), grasa cruda (extracto etéreo, EE), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina, hemicelulosa y celulosa.**

Variable	Forraje				Estadístico	
	<i>Cenchrus ciliaris</i>	<i>Aristida purpurea</i>	<i>Pappophorum bicolor</i>	<i>Paspalum pubiflorum</i>	EEM	Valor P
Cenizas	11.13 <sup>b</sup>	6.69 <sup>d</sup>	8.94 <sup>c</sup>	13.75 <sup>a</sup>	0.508	<0.001
PC	8.00 <sup>b</sup>	5.39 <sup>c</sup>	7.25 <sup>bc</sup>	13.50 <sup>a</sup>	0.558	<0.001
EE	1.83 <sup>NS</sup>	1.94 <sup>NS</sup>	2.08 <sup>NS</sup>	2.01 <sup>NS</sup>	0.145	>0.05
FDN	69.38 <sup>b</sup>	77.37 <sup>a</sup>	75.36 <sup>a</sup>	58.76 <sup>c</sup>	0.695	<0.001
FDA	44.99 <sup>b</sup>	54.47 <sup>a</sup>	54.81 <sup>a</sup>	46.13 <sup>b</sup>	0.589	<0.001
Lignina	6.42 <sup>c</sup>	9.98 <sup>a</sup>	9.47 <sup>a</sup>	7.82 <sup>b</sup>	0.272	<0.001
Hemicelulosa	24.38 <sup>a</sup>	22.90 <sup>a</sup>	20.54 <sup>b</sup>	12.63 <sup>c</sup>	0.499	<0.001
Celulosa	38.57 <sup>b</sup>	44.48 <sup>a</sup>	45.33 <sup>a</sup>	38.31 <sup>b</sup>	0.595	<0.001

<sup>a, b, c, d</sup> Letras diferentes en hileras indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre especies. <sup>NS</sup> No significativo. EEM: error estándar de la media.

Los totales de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), celulosa y lignina fueron mayores ( $P < 0.001$ ) en *A. purpurea* y *P. bicolor*, en comparación con *C. ciliaris* y *P. pubiflorum* (tabla I). En cambio, la hemicelulosa fue mayor en *C. ciliaris* y en *A. purpurea* que en *P. bicolor* y en *P. pubiflorum* (tabla I).

Los valores de la producción de gas *in vitro* a las 24 horas de incubación (mL/200 mg), digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (%) y contenido de energía metabolizable (kcal EM/kg MS)



fueron mayores ( $P < 0.001$ ) en *Cenchrus ciliaris* y *Paspalum pubiflorum* que en los otros dos forrajes analizados (tabla II). Los resultados del presente estudio indican también que la digestibilidad de la materia orgánica y la energía metabolizable están inversamente asociados con la suma de FDN, FDA y lignina, como ha sido reportado previamente por Melesse *et al.* (2017).

**Tabla II. Valores medidos de PG 24h (mL gas/200 mg), digestibilidad (%) *in vitro* de materia orgánica (DIVMO) y contenido de energía metabolizable (EM, kcal EM/kg MS).**

Variable	Forraje				Estadístico	
	<i>Cenchrus ciliaris</i>	<i>Aristida purpurea</i>	<i>Pappophorum bicolor</i>	<i>Paspalum pubiflorum</i>	EEM	Valor P
PG 24h	56.98 <sup>a</sup>	35.2 <sup>b</sup>	42.36 <sup>b</sup>	58.4 <sup>a</sup>	3.477	<0.001
DIVMO	76.37 <sup>a</sup>	52.95 <sup>b</sup>	61.61 <sup>b</sup>	81.8 <sup>a</sup>	3.489	<0.001
EM	2517 <sup>a</sup>	1720 <sup>b</sup>	2008 <sup>b</sup>	2669 <sup>a</sup>	136.714	<0.001

<sup>a, b, c</sup> Letras diferentes en hileras indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre especies.

Los resultados obtenidos permiten identificar el valor nutricional específico que tienen diversas especies de pastos que se encuentran presentes durante el verano en la Unidad Académica Marín, de la Facultad de Agronomía-UANL, y que sirven de referencia a los presentes en predios del noreste de México (Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas), ya que información publicada recientemente (Salazar-Cubillas y Dickhoefer, 2021; Melesse *et al.*, 2017) proviene de otras especies colectadas en condiciones geográficas y ambientales diferentes a las locales.

La información de valor nutricional generada en el presente estudio les resulta útil a los ganaderos de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas que desean establecer sistemas sostenibles de racionamiento para su ganado, que repercutan en mejor estado de salud de los animales, en mayor desempeño productivo y con alto beneficio económico, ya que el valor nutricional influye en los costos de manutención.

Como ejemplo se pueden calcular las diferencias en costos de alimentación si se desea cubrir los requerimientos de energía (31.37 Mcal EM/día) y de proteína cruda (1190 g PC/día) de vacas de ganado de carne de 600 kg en el primer mes de lactancia, que consumen 12.30 kg de materia seca de pasto/vaca/día (NRC, 2016). Si se considera como referencia un costo hipotético de \$3.80/kg de materia seca de pasto, \$8.50/kg de maíz como suplemento energético, y \$15.60/kg de un suplemento proteico, en este caso harina de soya, los costos diarios de alimentación del ganado con el forraje de mayor valor nutricional de este estudio (*Paspalum pubiflorum*) serían de \$46.80/día. Si en lugar de *P. pubiflorum* se tuviera *C. ciliaris*, los costos diarios serían 16% mayores. En caso de que fuera *Pappophorum bicolor*, se tendría aún mayor necesidad de suplementar maíz y harina de soya, y los costos se incrementarían 58%, y si fuera *Aristida purpurea*, el costo sería 79% mayor.

## CONCLUSIONES

En conclusión, el valor nutricional de los pastos de agostaderos del noreste de México presenta una gran variabilidad que puede ser determinada utilizando una combinación de métodos analíticos para conocer su composición química, así como procedimientos biotecnológicos de incubación de muestras

que ayudan a determinar la producción de gas *in vitro*. La información obtenida puede servir en el diseño de sistemas de alimentación y suplementación racional, que definan como prioridad alta el manejo adecuado del recurso forrajero con el objetivo de reducir costos de suplementación con concentrados.

## REFERENCIAS

- Association of Official Analytical Chemists. (2005). *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
- IBM. (2013). *IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0*, Armonk, NY: IBM Corp.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2014). *Conjunto nacional de información de uso del suelo y vegetación escala 1:250,000, Serie VI*, Departamento de Uso del Suelo, Dirección General de Geografía.
- Melesse, A., Steingass, H., Schollenberger, M., *et al.* (2017). Screening of common tropical grass and legume forages in Ethiopia for their nutrient composition and methane production profile *in vitro*, *Tropical Grassland*, 5(3), 163-175.
- Menke, K.H., Steingass, H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid, *Animal Research and Development*, 28, 7-55.
- National Research Council. (2016). *Nutrient requirements of beef cattle*, National Research Council (NRC), National Academies Press, Washington DC, 475 pp.
- Ortega-Aguirre C., Lemus-Flores, C., Burgain-Prado, J.O., *et al.* (2015). Características agronómicas, composición bromatológica, digestibilidad y consu-

mo animal en cuatro especies de pastos de los géneros *Brachiaria* y *Panicum*, *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 18, 291-301.

Salazar-Cubillas, K.C., Dickhoefer U. (2021). Evaluating the protein value of fresh tropical forage grasses and forage legumes using *in vitro* and chemical fractionation methods, *Animals*, 11(10), 2853.

Valdés-Reyna, J. (2015). *Gramíneas de Coahuila*. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (Conabio), México.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition, *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.

**Recibido: 20/10/2022**  
**Aceptado: 13/01/2023**

**Descarga aquí nuestra versión digital.**





# Colaboración e interdisciplina, la carrera académica de la doctora Mercedes Rodríguez Villafuerte en el Instituto de Física

**María Josefa Santos-Corral\***

\*Universidad Nacional Autónoma de  
México, Ciudad de México, México.  
Contacto: [mjsantos@sociales.unam.mx](mailto:mjsantos@sociales.unam.mx)

La doctora Mercedes Rodríguez Villafuerte cursó la Licenciatura en Física en la Facultad de Ciencias de la UNAM, la Maestría en Física de Radiaciones en el Queen Mary College y el Doctorado en Física de Radiaciones en el Departamento de Física Médica e Ingeniería Biomédica del University College London, de la Universidad de Londres.

En 1994 ingresó al Instituto de Física de la UNAM, donde aborda los temas de formación de imágenes, simulaciones Monte Carlo del transporte de radiación en Medicina y la dosimetría de la radiación, en los que ha publicado más de 50 artículos arbitrados, coordinado tres libros y numerosos trabajos de divulgación. Además, desde la creación de la Maestría en Física Médica del Posgrado en Ciencias Físicas de la UNAM, participa como profesora y directora de tesis (26 de estas últimas concluidas). Ha sido también evaluadora de distintos proyectos académicos y ha coadyuvado en la organización de eventos científicos nacionales e internacionales. A finales de mayo de 2023 fue nombrada directora del Instituto de Física (IF) de la UNAM.

## ¿Cómo descubre su vocación por la investigación?, y en particular, ¿cómo se decanta por la Física Médica?



Desde la licenciatura tuve interés en la Física aplicada a la Medicina. Cuando cursé la materia de Física Moderna, más o menos a la mitad de la carrera, me di cuenta de que las aplicaciones a la salud podrían ser realmente fascinantes. Me imaginaba el modo de obtener imágenes nítidas del interior del ser humano con mucho detalle,

en las que no se requiriera una intervención quirúrgica. Me encantaba pensar que con lo que llamamos rayos X podríamos visualizar la estructura de nuestro cuerpo sin que fuera invadido.

Creo que este concepto de contar con equipos muy sofisticados, con tubos de rayos X que giraban alrededor del paciente y cuyos datos se analizaban con métodos matemáticos fue lo primero que me impactó en mi carrera. Quise entonces aprender sobre estas aplicaciones que permiten no solamente utilizar las técnicas de una manera segura con los pacientes, sino también la posibilidad de optimizarlas con la finalidad de que el diagnóstico médico y el tratamiento de enfermedades sean más seguros, y con ello brindar información que permita hacer un mejor diagnóstico y un tratamiento más asertivo.

Al principio no tenía una idea clara de hacia dónde dirigirme, pero el tema me interesaba mucho, pues este tipo de aplicaciones son extremadamente útiles, no solamente desde el punto de vista científico, sino que, en países en desarrollo como México, son necesarios los profesionistas formados en Física Médica en los hospitales en la mejora a la atención a los pacientes.

Decantarme por esta área se debió también a la influencia de una excelente profesora que tuve en mi curso de Física Moderna en la Facultad de Ciencias e investigadora del Instituto de Física, propuso crear una Maestría en Física Médica en la UNAM, la primera en el país; mientras ella reunía al grupo de académicos (entre ellos médicos) justificando la importancia de un posgrado de ese tipo en México, y para delinear el plan de estudios, yo cursaba mi posgrado en la Universidad de Londres en el mismo tema. A mi regreso, de manera natural, colaboré en la maestría recién creada, siendo tutora y directora de tesis. He formado parte de la maestría desde sus inicios, y creo además que esa es una de mis contribuciones más satisfactorias.



## ¿Qué retos supone trabajar en Física Médica con comunidades interdisciplinarias?



Al principio de mi carrera la participación de físicos con preparación a nivel de posgrado en el área médica en México era extremadamente escasa. Esto comenzó con la incursión de estos especialistas en los hospitales, personas que obtenían una licenciatura y posteriormente aprendían Física Médica en el lugar donde laboraban. Aprendían haciendo.

Por otro lado, en el IF la comunidad aborda tanto Física teórica como experimental, aunque típicamente alrededor de conceptos fundamentales; así ha sido durante 85 años, desde que se creó. De tal manera que hay una fuertísima tradición alrededor de éstos. En las últimas dos décadas lo anterior ha cambiado un poco y se han realizado estudios interdisciplinarios, aunque todavía es difícil convencer a la comunidad sobre la necesidad de este tipo de trabajos y de sus beneficios. Por ejemplo, actualmente podemos hablar de artículos sobre el Sida, donde se involucran físicos, matemáticos y, por supuesto, médicos; cada uno aporta dentro de su área para realizar un proyecto interdisciplinario. Hoy en día es más común, pero ha sido difícil y todavía nos falta avanzar en esa dirección. Por otro lado, en gestiones anteriores, con la renovación de la planta académica del Instituto (actualmente 30% del personal académico son jóvenes), se ha incorporado la interdisciplina como forma de colaboración, lo que requiere de nuevas habilidades de colaboración con distintos grupos.

Creo entonces que el Instituto ha evolucionado de una manera muy interesante, involucrándonos en temas actuales desde la interdisciplina y desde



la aplicación, sin dejar de realizar ciencia básica. Lo anterior involucra necesariamente tener colegas en otros espacios que permitan conjuntar diferentes visiones científicas con un objetivo común.

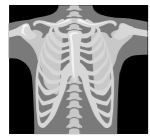


## ¿Cómo se arma un equipo y la infraestructura para investigación aplicada en un instituto de Física?



A mi regreso a México, después de concluir mi doctorado, me vi en la necesidad de cambiar ligeramente la línea de estudio hacia la dosimetría de iones pesados, que constituyó la primera parte de mi carrera académica, la cual se relaciona con Física básica experimental con haces de iones producidos en un acelerador de partículas.

De manera paralela inicié mi contribución en la Maestría de Física Médica y comencé a colaborar con médicos en hospitales, lo que me permitió desarrollar proyectos cuyo objetivo es resolver problemas específicos. Así comencé a dirigir tesis en la maestría. Ahora que lo veo en retrospectiva, fue muy interesante el resolver problemas prácticos con incidencia directa en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades; creo que he hecho las cosas bien y en ese sentido me siento muy satisfecha.



## ¿Cuáles son las principales contribuciones de su trabajo en Física Médica?



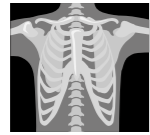
Tuve dos contribuciones importantes. Cuando empecé a hacer dosimetría de iones pesados, mi contribución fue entender el comportamiento de los dosímetros termoluminiscentes, lo que esen-



cialmente es Física básica en dosimetría termoluminiscente y en la irradiación con iones pesados. Eso implicó un avance a nivel internacional en la comprensión de la respuesta de estos dosímetros. En una segunda parte de mi carrera académica contribuí en la formación de profesionistas en el área de Física Médica que tuvieron la posibilidad de laborar directamente en los hospitales, y con ello favorecer la generación de mejores diagnósticos y tratamientos de enfermedades.

También formé un grupo de trabajo en el que tuvimos la visión de iniciar un laboratorio de instrumentación científica y con relativamente pocos recursos. Así, en el laboratorio que creamos desde cero se pueden construir, diseñar y optimizar equipos capaces de formar imágenes con radiación ionizante, en particular de objetos pequeños (animales y muestras de laboratorio). En este espacio tenemos la posibilidad de obtener imágenes tomográficas de roedores, similares a las que se hacen para seres humanos. La creación del laboratorio implicó no solamente ensamblar los equipos y optimizarlos, también el desarrollo de todos los algoritmos y técnicas matemáticas alrededor del procesamiento de datos y de la reconstrucción de imágenes tomográficas.

En México, donde la dependencia tecnológica es fuertísima, nuestro laboratorio constituye un espacio en el que muchos alumnos participan y se involucran en proyectos, meten las manos y construyen cosas. Al egresar pueden ejercer en una universidad o en un hospital, pues adquieren conocimientos básicos sobre la producción de imágenes tomográficas y por lo tanto contribuyen, por ejemplo, en el mejoramiento de las técnicas aplicadas. Además, una buena parte ellos deciden continuar con sus estudios de doctorado, lo que es un círculo virtuoso. Se emocionan tanto con sus proyectos en la maestría, que continúan cursando el doctorado y después se incorporan a la vida laboral siendo investigadores o colaboran en grandes empresas que desarrollan equipos médicos de vanguardia.



## ¿Hasta dónde sus trabajos sobre dosimetría de la radiación han sido retomados en la atención de pacientes, o para afinar instrumentos y prácticas de los radiólogos?



En específico, voy a mencionar dos proyectos. El primero está vinculado con una técnica que se llama braquiterapia, en la que se insertan fuentes radioactivas al paciente y se utilizan como tratamiento. Cuando se manejan estas radiaciones ionizantes de una forma adecuada, con mucho cuidado y cálculos muy precisos, se puede tratar el cáncer, por ejemplo. Existe una técnica en la que, en lugar de utilizar una fuente radioactiva, se usa un pequeño tubo de rayos X que se diseña de una manera muy particular.

Para que se entienda mejor voy a dar un ejemplo relacionado con el cáncer de mama. Existen casos en que se tiene un tumor que está muy bien localizado en la mama y los médicos, después de varios análisis, deciden extirparlo mediante cirugía. Entonces, con el propósito de aumentar las probabilidades de que no queden células malignas, al final de la cirugía se coloca un tubo de rayos X en el lecho tumoral durante unos cuantos minutos, de este modo se asegura que el espacio que quedó después de haber extirpado el tumor quede libre de células malignas. Es un método complementario a la cirugía. Lo que nosotros hacemos con el fin de mejorar ese procedimiento es realizar estudios de dosimetría que verificarán que, efectivamente, las dosis que se están aplicando a la paciente sean correctas. Ese es uno de los proyectos que tenemos en curso.



El segundo proyecto está relacionado con la formación de imágenes, donde contribuyo en mi área, la Medicina nuclear, en especial la tomografía por emisión de positrones, es decir, un positrón es la antipartícula del electrón. Lo que se hace en este tipo de tomografía es que se inyecta al paciente un radiofármaco marcado con emisores de positrones específico para el problema que se desea atacar. Los positrones se aniquilan al encontrarse con los electrones de los tejidos, así que toda la masa se convierte en energía y se emiten dos fotones que se propagan y eventualmente salen del cuerpo. Estos fotones salen con direcciones opuestas y con una energía muy específica. Nosotros no solamente hemos diseñado estos sistemas de tomografía por emisión de positrones a una escala pequeña, también hemos analizado los diferentes efectos físicos (absorción y dispersión) que ocurren den-

tro del cuerpo humano. Estos procesos afectarían la calidad de las imágenes que se obtienen en un determinado estudio.

Lo más interesante que puedo mencionar en este momento es que estoy trabajando con un colega del Instituto, un joven, en el diseño y construcción de un mastógrafo por emisión de positrones, que en concepto es similar a un equipo de mamografía con rayos X, con la diferencia que a la paciente se le suministra una sustancia radioactiva que ayuda a obtener información metabólica. La técnica involucra posicionar la mama de la paciente entre dos placas de detectores, las cuales la comprimen ligeramente, así, los fotones que se producen debido a la aniquilación electrón-positrón salen de la mama y son registrados en los detectores. A partir de eso podemos obtener imágenes de la actividad molecular.

Esto es lo último que hemos estado diseñando y construyendo en el laboratorio. Lo que he hecho yo en particular, junto con mis alumnos, es tratar de identificar los efectos de absorción y dispersión relacionados con estos fotones y determinar de qué manera afectan a las imágenes que estamos consiguiendo.

## ¿Al ser mujer, qué retos supone trabajar y ahora dirigir un instituto como el de Física, donde los académicos mayoritariamente son varones?



Solamente 20% de la planta académica del Instituto somos mujeres. Eso ha ido cambiando en los últimos años, aunque sigue habiendo menos mujeres que hombres en la licenciatura, lo mismo a nivel posgrado, lo cual implica muchos retos. En lo personal sería deseable poder incorporar más académicas al IF.

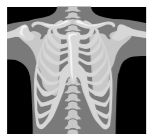
En cuanto a ser directora, puedo decir que nuestro Instituto es muy grande, somos alrededor de 112 investigadores e investigadoras, ubicados en ocho departamentos y abordando un espectro amplísimo de líneas de estudio. Atender todas las necesidades es un gran reto porque, lamentablemente, el financiamiento en los últimos años ha disminuido. Aproximadamente 50% de la comunidad de investigadores se ocupa en proyectos de Física teórica y el otro 50% en experimental. Las necesidades de realizar la segunda son más amplias, no sólo se requiere de apoyo técnico especializado, sino de más espacios y financiamiento que ayude a la com-





pra de equipo científico. Estamos en una época difícil y tenemos que identificar la forma de acercarnos a otros sectores con el objetivo de aumentar el financiamiento.

También tenemos que determinar cómo crecerá el Instituto de una manera ordenada, que permita potenciar trabajos en áreas emergentes de la Física. Podría ser muy relevante tratar de incorporar a nuestra planta académica gente que se especialice en aplicaciones de inteligencia artificial en diferentes áreas de ésta. O bien, por ejemplo, el cómputo cuántico podría ser una de ellas, otra las nanociencias, no sólo al nivel de Física fundamental, sino en sus aplicaciones que son múltiples y muy variadas, por ejemplo, en energía o medicina. Existe un potencial enorme en nuestra comunidad para hacer nueva Física, abrir nuevas áreas que nos permitan avanzar al mismo nivel que en otras partes del mundo. Así, por una parte, hay que consolidar lo que ya tenemos, pero al mismo tiempo ver hacia un futuro cercano que nos permita expandir nuestras líneas de investigación.



## ¿Qué le ha dado la UNAM a la doctora Rodríguez y qué le ha dado usted a la UNAM?



A mí la UNAM me ha dado todo. Ahí he sido muy feliz como persona, como académica. He recibido muchas cosas, todas ellas muy buenas; todo lo que tengo es gracias a la UNAM. En parte fue por eso que me postulé a la dirección del Instituto, porque pienso que es una forma de retribuirle. La UNAM me ha permitido crecer y realizar trabajos que hubiera sido muy difícil llevar a cabo. Aprecio esa libertad de investigación, de formación de recursos humanos y de docencia.

Hasta hace poco mi modo de corresponder había sido a través de la investigación y la formación de recursos humanos, pero justamente ahora que estoy en la dirección tengo la posibilidad de identificar y promover la interdisciplina, sin duda un camino interesante hacia los nuevos derroteros del Instituto de Física.

**Muchas gracias por la entrevista doctora Rodríguez.**



Descarga aquí nuestra versión digital.





# Contaminación visual urbana



Pedro César Cantú-Martínez\*

ORCID: 0000-0001-8924-5343

\* Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, México.

Contacto: cantup@hotmail.com

La sociedad en el presente es víctima constante de la contaminación visual en las urbes, las gigantescas corporaciones promueven grandes inversiones para ocupar más espacio físico dentro del desarrollo urbano, y así exhortar o persuadir a los consumidores sobre sus productos. Esto se ha llevado a cabo de una manera desmesurada, y cada vez más excesiva con el discurrir del tiempo, proliferando por las actividades comerciales principalmente (Cvetković, Momčilović-Petronjević y Ćurčić, 2018).

De esta forma, la visual, al igual que otras categorías –ya del conocimiento público–: acústica, del agua, de la atmósfera, del suelo y la térmica, está también presente en la vida cotidiana (Nawaz y Wakil, 2022). Igualmente, es denominada contaminación estética o llanamente menoscabo del paisaje. Ésta es una incomodidad cada vez más grande en las circunscripciones urbanas en todo el ámbito internacional.

Ésta es un ejemplo de perjuicio que se reconoce por la sociedad al paisaje, un recurso patrimonial de orden público que ostenta distintos valores: estético, cultural, social y económico, y que sin lugar a duda nos incumbe proteger y preservar. De acuerdo con lo anterior, esta condición, advertida mediante el sentido de la vista, sujeta ordinariamente a un sinnúmero de personas, especialmente en las ciudades, a estímulos mordaces que irrumpen en la cotidianeidad y contra lo cual no reina ningún tamiz, a modo de defensa, para hacerle frente (Portella, 2014).

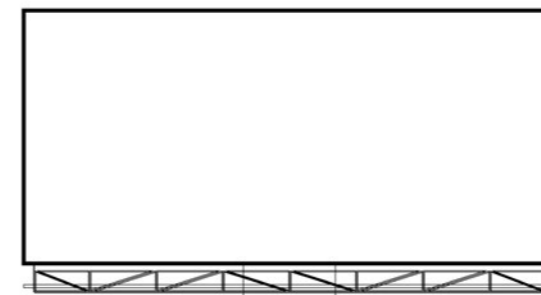
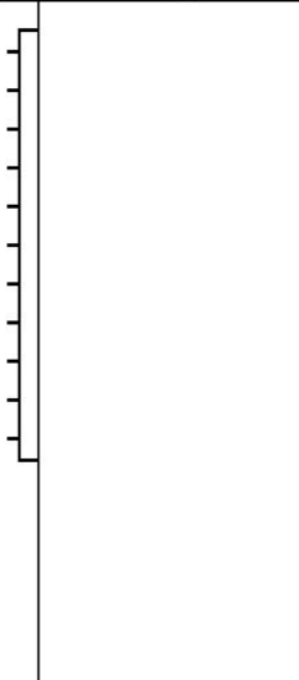


Ésta consta de un exceso sensorial –en cuanto al aumento de información y objetos– que por momentos supera nuestra capacidad de observar, alterando la aprehensión global de lo que nos rodea y, por lo tanto, supedita y trastorna las distintas reacciones psicofísicas que el ser humano ostenta. Por ello, Valbuena (2019, p. 8) comenta: “La degradación de los espacios públicos [es] una consecuencia inevitable del progreso, y del crecimiento económico, es un tema poco socializado y tratado, pero que cada día causa más interés”.

Por esta razón, en el presente manuscrito se tiene como propósito examinar las distintas externalidades de la contaminación visual, sus tipos y sus efectos. Posteriormente concluiremos con algunas consideraciones finales.

### ¿QUÉ ES LA CONTAMINACIÓN VISUAL?

Ésta se recuenta por la representación de factores poco estéticos que irrumpen en el entorno urbano o natural, que quita y quebranta además la belleza original, o bien, la de nuestras propias metrópolis. Los contaminantes de este tipo son cualquier parapeto físico que impide la visión legible o sencillamente desvía la atención de las formas y condiciones distintivas de un lugar. De manera más explícita, Pérez (2022, p. 64) indica que es una derivación de:



- La introducción en el paisaje, ya sea rural o urbano, de determinados elementos que por su forma, volumen, naturaleza, distribución espacial, material o color alteran la estética del entorno hasta el punto de resultar discordantes, hostiles o faltos de armonía.
- El abuso o la acumulación en el medio originario o urbano de elementos “no arquitectónicos” que transforman la fisonomía del paisaje de forma invasiva y provocan un impacto negativo en el observador.
- La interposición de elementos que perturban o impiden la visibilidad de otros.
- La falta de integración de un edificio o una estructura arquitectónica en el entorno que lo rodea.

Entre éstos encontramos propaganda comercial, anuncios publicitarios, postes, señalizaciones, cables aéreos de luz, telefonía y sistemas cerrados de televisión, antenas, propagandas políticas, torres eléctricas, graffitis, basura, escombros, infraestructura industrial inconclusa, construcciones abandonadas, hasta el parque vehicular y el comercio informal, entre otros elementos. Todos estos componentes generan una estimulación de carácter descomunal, de modo combinado e invasivo se disemina mayormente en el contexto urbano, y atentan contra el paisaje arquitectónico de las metrópolis y del entorno natural (Yilmaz y Sagsoz, 2011).

Como se ha advertido, contaminación visual es la muestra excesiva de componentes distractores o de carácter desagradable que afectan la simetría y el equilibrio de un escenario dado, por el abuso desmedido del espacio público. A medida que las metrópolis se extienden y la población se incrementa, tal inconveniente se torna más sobresaliente, dañando con ello la calidad de vida de las personas, el equilibrio socioambiental y el bienestar de la mayoría de la población. Tan sólo hay que subrayar el paisaje suburbano que existe en la periferia de todas las megalópolis, donde se ven terrenos claros, una serie de edificaciones que no cuentan con una configuración arquitectónica determinada y una gran cantidad de espectaculares con anuncios publicitarios, particularmente en los bordes de las carreteras y autopistas (Madleňák y Hudák, 2016).

Esto también es patente en el núcleo de los centros cívicos, llenos de edificios con distintos aspectos, rectangulares, cúbicos, de varios pisos, carentes de espacios verdes, con espectaculares de distintas dimensiones y con grandes problemáticas de estacionamiento. Todo esto contribuye a observar que se carece de una localidad que brinde el derecho de hallar un lugar que provea la realización plena de todas las personas, el entorno natural ha sido transformado en recintos de asfalto, concreto y con mucho bullicio (Acosta, 2008). Donde además persiste una yuxtaposición de edificios modernos y antiguos, que finalmente empeoran el contexto arquitectónico. Tal como sucede en muchas ciudades de México –entre ellas Monterrey– y el mundo (Aguilar, Benítez y Tafolla, 2006).

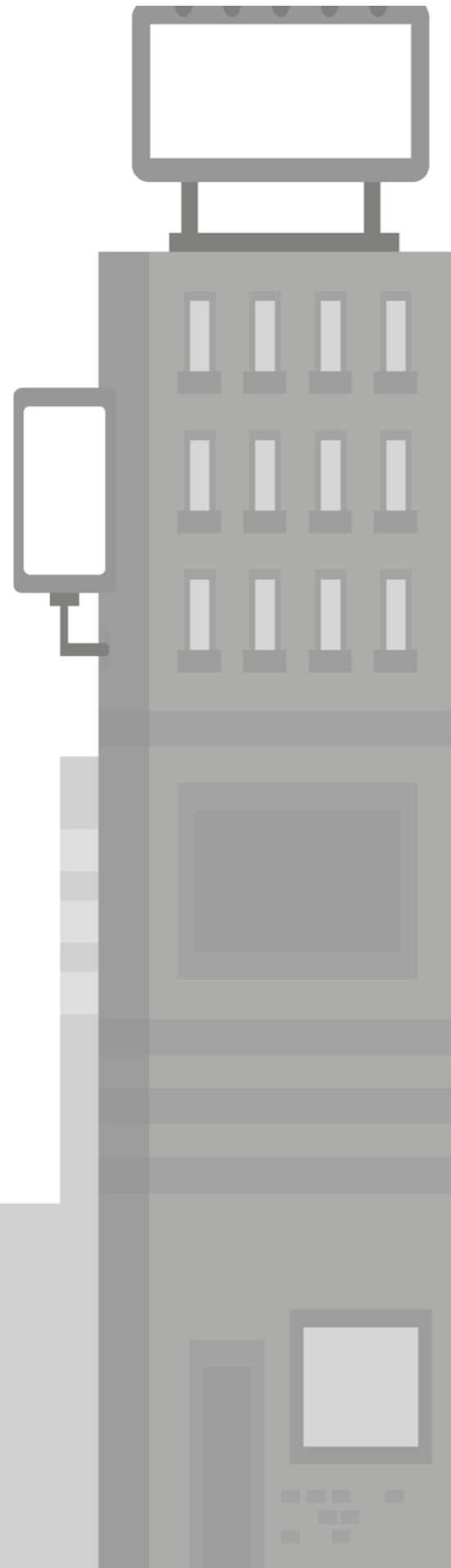


Hassiba (2013) menciona que se puede tipificar la contaminación visual de la siguiente manera: a) inmóvil: anuncios publicitarios de todo tipo, antenas, cableado eléctrico, fachadas y la heterogeneidad de colores, entre otros; b) móvil: transporte en mal estado, vehículos publicitarios, carteles en las aceras, mesas y sillas de restaurantes en la banqueta, comercio informal, por mencionar algunos; c) temporal: presencia de materiales de construcción y escombros por la edificación de obras públicas o privadas, basura; d) importada: se presenta por todo lo que llega del extranjero, no obstante tenga buen aspecto no concuerda con el entorno, y la e) impuesta: ésta se rechaza en primera instancia, pero al coexistir con ella todo el tiempo, se admite, ejemplos de esto son la propaganda política, comercial y la señalética, entre otras.

Lo anterior es evidencia que emana de múltiples reflexiones en el mundo que se han encaminado a estudiar y compartir los aspectos negativos de esta polución que por su volumen estropean y conllevan consecuencias por la alteración del paisaje urbano y natural (Gómez-Orea, 2003).

## EFFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN VISUAL

A raíz de ésta, si observamos a nuestro alrededor, el lienzo del fondo arquitectónico de las ciudades –con el que contamos– se va perdiendo en el caos que promueven todos los constituyentes materiales que congrega. Los cuales,



de forma constante e incontrolada, atiborran el entorno, por lo que atentan contra el paisaje citadino ordenado, es decir, toda aquella infraestructura y bienes materiales que propician que cada persona pueda desempeñarse social y armoniosamente (Córdova y Martínez-Soto, 2014).

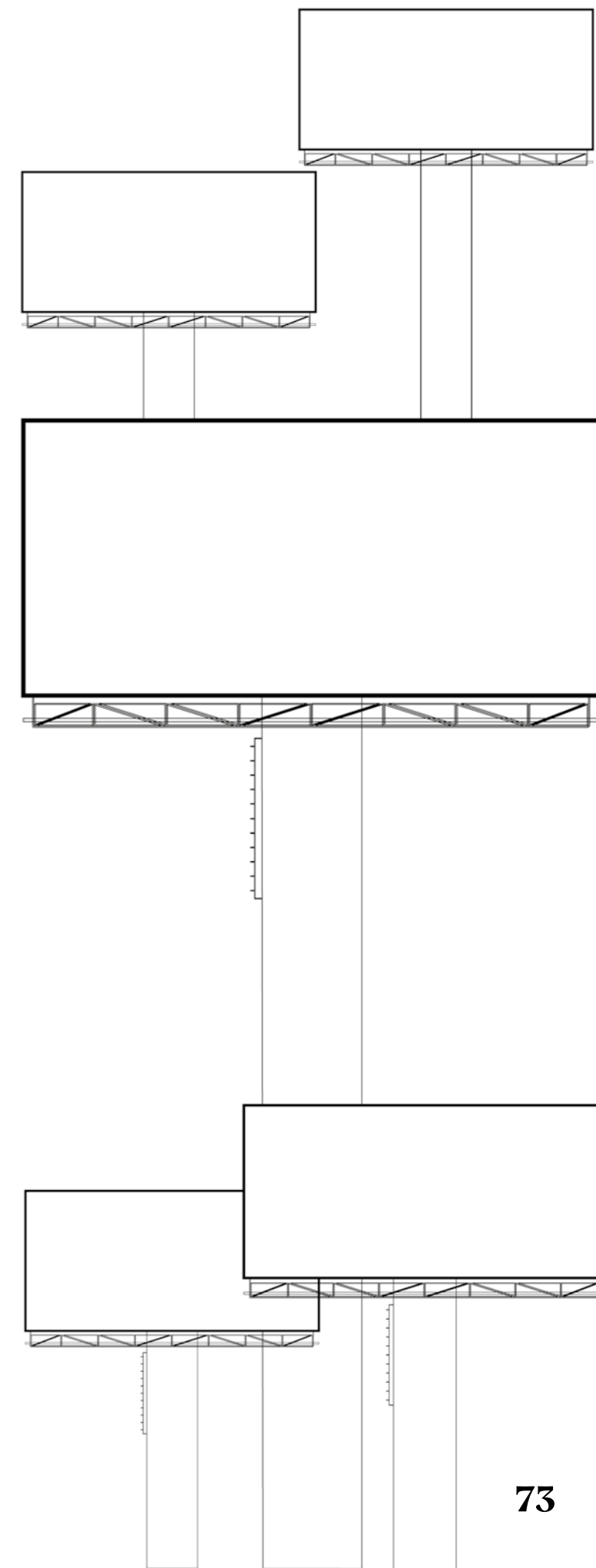
Ahora, es probable que como sociedad nos preguntemos ¿qué se ha hecho al respecto? La respuesta es predecible, no mucho, al punto que hoy los efectos negativos inciden en nuestra salud mental y emocional (Banarjee, 2015). Por ello la Fundación UNAM (2019, par. 3) señala: "Datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) indican que 40% de quienes habitan un departamento u oficina con paisajes desagradables, tiende a deprimirse, lo que significa que puede afectar nuestra salud considerablemente". Por ello, esta misma fuente comenta que la gente necesita observar cosas naturales: aves, arboledas y el cielo para experimentar tranquilidad emocional y sentirse liberado de estrés. Sin embargo, el paisaje urbano carece de esto y los grandes edificios, con espectaculares publicitarios, habitualmente llenan nuestros ojos de elementos que contribuyen a la incomodidad.

Por consiguiente, el propósito fundamental al atender esta problemática es generar un entorno más saludable, habitable y acondicionado para las personas y la vida silvestre que cohabitan en las metrópolis y sus alrededores. Si se quiere lograr es necesario proteger, preservar y conservar los sistemas originales proveedores

de servicios ecosistémicos, que también integran los espacios públicos, y que lamentablemente van cediendo frente a los elementos que los invaden. De esta manera, las alteraciones, o bien, las variabilidades del paisaje natural o citadino no únicamente representan una dificultad de orden estético.

Por ejemplo, el detrimento paisajístico y ecológico, en el caso de la fauna silvestre, por la excesiva infraestructura de anuncios, la tonalidad de sus colores, luminosidad y dimensiones, promueve que se alejen ciertas especies, lo que conlleva a la fragmentación del curso de vida de estos animales y trastornan consecutivamente el equilibrio ecológico (Mera-Benavides, 2017). Una muestra es la gran mortandad de especímenes de la mariposa monarca al pasar por los espacios urbanos al dirigirse a sus recintos de reproducción; otras especies de actividades nocturnas sufren desorientación y confusión (Vilches y Gil, 2003).

Del mismo modo, afecta grandemente la salud del ser humano en las áreas psíquica y física en un principio, posteriormente se hace patente en la conducta, cuya secuela altera la calidad de vida general. El nivel de afectación dependerá de las particularidades de las personas, que paulatinamente manifestarán episodios de estrés, fatiga mental, rasgos negativos en el carácter, lo que se traduce en dolores de cabeza, mal humor, alteración del sistema nervioso y saturación sensorial (Méndez, 2013; Pérez, 2022).



Todo eso ocasiona que surjan efectos sociales: "pérdida del respeto hacia las autoridades, alteración negativa a la imagen de los barrios, la estética, el inconveniente de la obstrucción de la visibilidad, catalogando un problema grave" (Coaquira, 2022, p. 5). Se perciba o no, la contaminación visual crea contrariedades físicas, extenuación, incluso trastornos del sueño y de concentración en las cosas que realizamos. Por lo tanto, se trata de un inconveniente socioambiental de gran envergadura, porque se carece de un marco de respeto y orden social que verdaderamente proteja al ambiente y construya una localidad sustentable y solidaria (Mendoza, 2017).

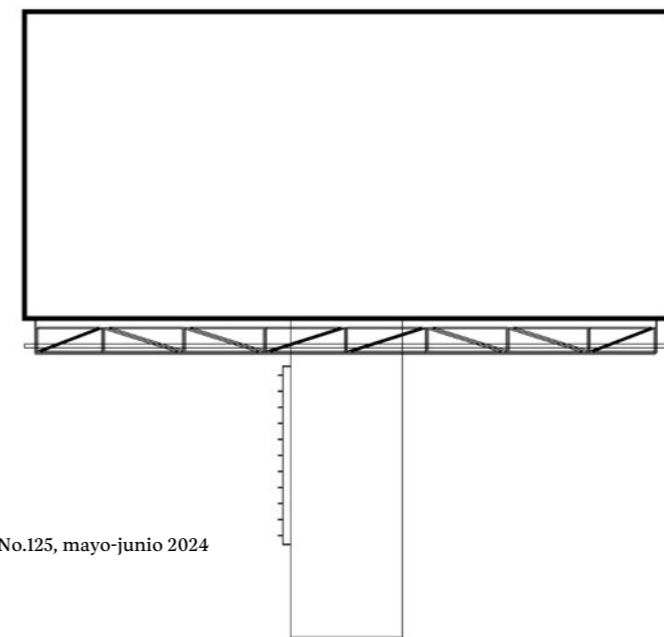
Por esta razón es paradójico que sea en las ciudades, principalmente, donde se establecen los acuerdos sociales, pero a la vez se desdeña el entorno mediante una desorganización colectiva que se vuelve contra sus propios moradores. Que en el caso del tema que tratamos, va cambiando la imagen urbana de todos los lugares y crea un motivo de progresiva intranquilidad, ya que es difícil de medir y evaluar, porque requiere un alto nivel de conciencia. En este sentido, Pimenta (2016) detalla que el medio que nos circunda juega un papel bastante relevante en la salud, y por ello es sumamente importante abordar el entorno como un punto de partida que ayude a comprender el potencial que tiene al concebir el bienestar de las personas, o para la expresión de distintas patologías y trastornos psicológicos y emocionales.



## CONSIDERACIONES FINALES

En esta exposición documental hemos pretendido precisar el concepto de contaminación visual, sus efectos determinantes y fuentes, así podemos manifestar que el nivel jerárquico de esta problemática ha escalado fuertemente. Además, en muchos lugares del mundo el abordaje por las distintas autoridades de variados niveles ha sido insuficiente, y en cierto grado de forma timorata, como sucede en México. Por esto, es trascendente promover la conciencia de las causas negativas de ésta, y conjuntamente sensibilizar a las personas sobre la importancia de resguardar la calidad estética de los ambientes urbanos y naturales.

Asimismo, se pretende favorecer la disminución y poca presencia de componentes visuales fútiles, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de todos los moradores en las megalópolis. De forma concluyente, hablamos de un inconveniente que perturba a todas las ciudades. Sus consecuencias negativas en la salud mental, disminución en la capacidad de concentración y de la misma calidad de vida son evidencias de sus efectos. Por consiguiente, el estado de salud de las personas es afectada por las condiciones sociales y ambientales en las que coexiste, también por las particularidades individuales.



Es significativo, por lo tanto, llevar a cabo una reflexión acerca de las acciones que aminoren los efectos deletéreos, particularmente pautando el montaje como el sitio donde se colocarán estos elementos, ya que dan génesis a un impacto ambiental que se manifiesta de manera notoria e importante. Se debe recordar que la visual es igual de amenazadora que las otras expresiones de contaminación. Es un compromiso social informar sobre ésta sensibilizando a la gente de sus riesgos y eventualidades. Por ello, debemos crear y preservar el entorno –urbano y natural– dejando de construir más componentes que contribuyan a aumentarla, lo que lamentablemente es consecuencia de nuestras propias actividades.

## REFERENCIAS

- Acosta, R.S. (2008). *Saneamiento ambiental e higiene de los alimentos*, Argentina, Ed. Brujas.
- Aguilar, S., Benítez, J.L., y Tafolla, R. (2006). *Problemas económicos y políticos de México*, México, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Banarjee, S. (2015). A study of visual pollution and its effect on mental health, *Scholarly Research Journal For Interdisciplinary Studies*, 4(30), 4768-4771.
- Coaquira, M. (2022). *Evaluación de la contaminación visual y sus efectos psicológicos en la salud de la población de Salcedo-2021* (tesis de licenciatura), Universidad Privada San Carlos, Puno, Perú.
- Córdova, A., y Martínez-Soto, J. (2014). Beneficios de la naturaleza urbana. En: L. Ojeda e I. Espejel (coords.), *Cuando las áreas verdes se transforman en paisaje urbano. La visión de Baja California (19-50)*, Tijuana, Colegio de la Frontera Norte.
- Cvetković, M., Momčilović-Petronijević, A., y Čurčić, A. (2018). *Visual pollution of urban areas as one of the main issues of the 21st century*. 26th International Conference Ecological Truth & Environmental Research, 12-15 June 2018, Bor Lake, Bor, Serbia.
- Fundación UNAM. (2019). *Los daños por la contaminación visual*, <https://www.fundacionunam.org.mx/unam-al-dia/los-danos-por-la-contaminacion-visual/>

- Gómez-Orea, D. (2003). *Evaluación de impacto ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental*, Madrid, Ediciones Mundi-Prensa.
- Hassiba, Z. (2013). *La pollution visuelle urbaine et architecturale cas de l'habitat traditionnel, le pavillonnaire et le collectif à Constantine* (These Doctorat), Université de Constantine III, Constantine, Republique Algerienne.
- Madleňák, R., y Hudák, M. (2016). The Research of Visual Pollution of Road Infrastructure in Slovakia, en: J. Mikulski (Ed.) *Challenge of Transport* (415-425), Switzerland, Springer International Publishing.
- Méndez, C.A. (2013). La contaminación visual de espacios públicos en Venezuela, *Gestión y Ambiente*, 16(1), 45-60.
- Mendoza, J. (2017). El derecho fundamental a la protección frente a la contaminación visual, *Gaceta Constitucional*, 117, 209-228.
- Mera-Benavides, D.A. (2017). Diagnóstico ambiental de la percepción de la contaminación visual por parte de la población universitaria de la Facultad de Ingeniería Civil y de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación de la Universidad del Cauca, *Revista Luna Azul*, 44, <http://200.21.104.25/lunazul/index.php/component/content/article?id=234>
- Nawaz, R., y Wakil, K. (2022). *Visual pollution: concepts, practices and management framework*. United Kingdom, Emerald Publishing Limited.
- Pérez, M. (2022). La contaminación visual como afectación del paisaje urbano, *Revista Jurídica de Investigación e Innovación Educativa*, 27, 61-100.
- Pimenta, M.A. (2016). Environment and Human Health, *Journal of Environment Pollution and Human Health*, 4(2), 52-59.
- Portella, A. (2014). *Vissual Pollution. Advertising, Signage and Environmental Quality*, New York, Routledge.
- Valbuena, A.V. (2019). *Diagnóstico de la contaminación visual urbana a partir de la presencia de los elementos atípicos en el espacio público del municipio de El Colegio* (tesis de licenciatura), Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.
- Vilches, A., y Gil, D. (2003). *Construyamos un futuro sostenible*. Diálogos de supervivencia, Madrid, Cambridge University Press.
- Yilmaz, D., y Sagsoz, A. (2011). In the Context of Visual Pollution: Effects to Trabzon City Center Silhoutte, *Asian Social Science*, 7, 98-109.

Descarga aquí nuestra versión digital.



# IMAGINARIA

La revista *CIENCIA UANL* te invita a publicar tus cuentos de ciencia ficción, dibujos, poemas, cómics o fotografías en la sección imaginaria, un espacio dedicado a las muestras artísticas.

Si estás interesado, manda un correo a esta dirección [revista.ciencia@uanl.mx](mailto:revista.ciencia@uanl.mx) para mayor información



SECRETARÍA DE  
INVESTIGACIÓN  
CIENTÍFICA Y  
DESARROLLO  
TECNOLÓGICO

DI DIRECCIÓN DE  
INVESTIGACIÓN



## COLABORADORES

### **Adriana Elizabeth Flores Suárez**

Bióloga, maestra en Ciencias, con especialidad en Entomología Médica, por la UANL. Doctora en Ciencias, con especialidad en Parasitología Agrícola, por el ITESM, campus Monterrey. Miembro del SNI, nivel III.

### **Alma Delia Nava-Torres**

Bióloga por la UNAM. Maestra en Ciencias en Inmunología por el IPN. Investigadora en el Departamento de Investigación y Desarrollo de HERVAR FAM S.A. de C.V., enfocada en análisis microbiológicos.

### **Arturo Castro Castro**

Doctor por la UdeG. Labora en el programa Investigadoras e Investigadores por México del Conahcyt, adscrito al CIIDIR Durango-IPN. Su interés en la investigación gira en torno a la sistemática vegetal, la florística y la etnobiología. Ha documentado especies nuevas para la ciencia y actualmente es responsable técnico del Jardín Etnobiológico Estatal de Durango.

### **Catalina Leos Rivas**

Profesora-investigadora de la FCB-UANL. Responsable y colaboradora de proyectos financiados por el Prodep-SEP y Paicyt-UANL. Cuenta con perfil Prodep y forma parte del Cuerpo Académico Química Biológica (UANL-CA-180 consolidado), trabaja en la línea de generación y aplicación del conocimiento de productos naturales. Miembro del SNI, nivel I.

### **Catalina Rivas Morales**

Profesora-investigadora de la FCB-UANL. Cuenta con perfil Prodep y forma parte del Cuerpo Académico Química Biológica (UANL-CA-180 consolidado), trabaja en la línea de generación y aplicación del conocimiento, aislamiento e identificación de productos naturales con actividad biológica. Miembro del SNI, nivel I.

### **Cinthia A. García-Guzmán**

Bióloga por la FCB-UANL.

### **Claudio Guajardo Barbosa**

Químico bacteriólogo parasitólogo, maestro en Ciencias en Química Analítica Ambiental y doctor en Biotecnología por la UANL. Investigador asociado en la FCB-UANL. Miembro del SNI, nivel I.



**David Gilberto García Hernández**

Profesor-investigador de la FCB-UANL. Trabaja en la línea de generación y aplicación del conocimiento de productos naturales con actividad biológica.

**Hugo Bernal Barragán**

Ingeniero agrónomo zootecnista por la UANL. Maestro en Nutrición Animal y doctor en Ciencias Agrarias, con especialidad en Fisiología y Nutrición Animal, por la Universidad Hohenheim, Alemania. Cuenta con perfil Prodep. Pertenece al CA en consolidación: nutrición, reproducción y mejoramiento animal de la UANL. Sus líneas de investigación son el valor nutricional de alimentos para animales y la aplicación de biotecnología para nutrición animal. Es miembro del SNI, nivel II.

**Iram Pablo Rodríguez-Sánchez**

Licenciado en Química, maestro y doctor en Ciencias, con acentuación en Entomología Médica, por la UANL. Profesor titular "A" y jefe del Laboratorio de Fisiología Molecular y Estructural de la FCB-UANL. Miembro del SNI, nivel II.

**Juan Emmanuel Segura Carmona**

Ingeniero agrónomo, maestro en Ciencia Animal y doctor en Ciencias, con orientación en Manejo de Recursos Naturales, por la UANL. Su línea de investigación es el manejo sostenible de recursos naturales en agostaderos.

**Julio César Beltrán-Rocha**

Químico bacteriólogo parasitólogo, maestro en Ciencias en Química Analítica Ambiental y doctor en Microbiología Aplicada por la UANL. Profesor-investigador en la FA-UANL. Sus líneas de trabajo son biotecnología ambiental, sistemas de propagación de microorganismos, análisis fisicoquímico y microbiológico en muestras ambientales. Miembro del SNI, nivel Candidato.

**Litzzy Javier Morales**

Licenciada en Ingeniería en Agronomía por la UANL. Realizó su tesis de licenciatura en el Laboratorio de Nutrición y Calidad de Alimentos de la FA-UANL. Su área de especialidad y actividad profesional está ligada a la nutrición animal.

**Luis Ángel Alba Ipiña**

Licenciado en Biotecnología Genómica por la UANL. Su trabajo de tesis se tituló: "Evaluación de la actividad antibacteriana de extractos metanólicos de *Ficus carica* y *Calendula officinalis* sobre bacterias multifarmacorresistentes".

**Luis H. Álvarez Valencia**

Doctor en Ciencias Ambientales por el IPICYT. Profesor titular del ITSON. Sus líneas de investigación son la biodegradación y biotransformación de contaminantes prioritarios y la producción de biocombustibles gaseosos a partir de residuos agroindustriales. Es miembro del SNI, nivel II, y de la AMC.

**María de Lourdes Ramírez-Ahuja**

Bióloga por la UANL. Maestra en Fitosanidad Entomología y Acarología por el Colegio de Posgraduados. Doctora en Ciencias por la UANL. Trabaja en el Laboratorio de Fisiología Molecular y Estructural, dependencia donde realiza todas las actividades relacionadas a un curador. Todos sus trabajos están enfocados en insectos parasitoides de importancia agrícola, forestal e importancia médica. Miembro del SNI.

**María Josefa Santos Corral**

Doctora en Antropología Social. Su área de especialidad se relaciona con los problemas sociales de transferencia de conocimientos, dentro de las líneas de tecnología, cultura y estudios sociales de la innovación. Imparte las asignaturas de ciencia y tecnología para las RI en la Licenciatura de Relaciones Internacionales y Desarrollo Científico Tecnológico y su Impacto Social en la Maestría de Comunicación.

**María Julia Verde Star**

Realizó estudios de licenciatura y posgrado en Química en el ITESM-Campus Monterrey. Docente de la FCB-UANL. Cuenta con perfil Prodep y forma parte del Cuerpo Académico Química Biológica (UANL-CA-180 consolidado), trabaja en la línea de generación y aplicación del conocimiento de aislamiento e identificación de productos naturales. Sus investigaciones se han enfocado en el aislamiento e identificación de nuevas moléculas activas a partir de plantas y organismos. Miembro del SNI, nivel II.

**Martha González Elizondo**

Doctora en Ciencias por la UANL. Adscrita al CIIDIR Durango-IPN. Tiene tres principales líneas de investigación: etnobotánica (énfasis en grupos étnicos de la región del Gran Nayar), ecología (comunidades vegetales y en dendroecología), florística (familia Cactaceae y en el género *Agave*). Colabora en el desarrollo y mantenimiento del Herbario CIIDIR. Miembro del SNI, nivel II.

**Mayra Alejandra Gómez-Govea**

Química farmacobióloga por la UASLP. Maestra y doctora en Ciencias, con especialidad en Microbiología, por la UANL. Actualmente su investigación va dirigida al análisis de microorganismos simbioses en organismos invertebrados y vertebrados. Miembro del SNI, nivel I.

**Myriam Elías Santos**

Doctora en Ciencias, con especialidad en Biotecnología, por la UANL. Profesora titular A de la FCB-UANL. Su área de investigación es la biotecnología agrícola e industrial. Forma parte del Cuerpo Académico consolidado en el Instituto de Biotecnología de la FCB-UANL. Miembro del SNI, nivel I.

**Nydia Corina Vásquez Aguilar**

Química farmacéutica bióloga y maestra en Ciencia Animal por la UANL. Doctora en Ciencias Agropecuarias por la UABC. Coordinadora del Laboratorio de Nutrición y Calidad de Alimentos de la FA-UANL. Sus líneas de investigación son el valor nutricional de alimentos para animales y la aplicación de biotecnología para nutrición animal. Miembro del SNI, nivel I.

**Pedro César Cantú-Martínez**

Doctor en Ciencias Biológicas por la UANL. Doctor Honoris Causa, con la Mención Dorada Magisterial, por el OIICE. Trabaja en la FCB-UANL y participa en el IINSO-UANL. Su área de interés profesional se refiere a aspectos sobre la calidad de vida e indicadores de sustentabilidad ambiental. Fundador de la revista *Salud Pública y Nutrición (RESPyM)*. Miembro del Comité Editorial de Artemisa del Centro de Información para Decisiones en Salud Pública de México.

**Rahim Foroughbakchik-Pournavab**

Doctor en Ciencias por la Universidad de Montpellier, Francia. Profesor-investigador en el Laboratorio de Manejo Integral de Recursos Vegetales de la FCB-UANL. Cuenta con perfil Prodep y forma parte del Cuerpo Académico Botánica (UANL-CA-186 consolidado), trabaja en la línea de generación y aplicación del conocimiento de sistemática y manejo integral de recursos vegetales. Miembro del SNI, nivel II.

**Ricardo Quirino Olvera**

Maestro en Ciencias en Gestión Ambiental por el CIIDIR Durango. Colabora en el proyecto del Jardín Etnobiológico de la UANL. Su interés en la investigación ha sido con monocotiledóneas de zonas áridas, con énfasis en la subfamilia de *Agavoidea* de *Asparagaceae*, además de la conservación y reproducción de plantas endémicas y amenazadas del norte de México.

**Ulrico Javier López Chuken**

Biólogo por la UANL. Maestro en Sistemas Ambientales por el ITESM. Doctor en Ciencias Ambientales por la Universidad de Nottingham, en el Reino Unido. Docente de la FCQ y del Centro de Investigación en Biotecnología y Nanotecnología de la UANL. Ha desarrollado innovaciones en ecobiotecnologías sustentables enfocados a problemas de contaminación en zonas naturales e industria. Miembro del SNI, nivel I.

# Lineamientos de colaboración

## *Ciencia UANL*

La revista *Ciencia UANL* tiene como propósito difundir y divulgar la producción científica, tecnológica y de conocimiento en los ámbitos académico, científico, tecnológico, social y empresarial.

En sus páginas se presentan avances de investigación científica, desarrollo tecnológico y artículos de divulgación en cualquiera de las siguientes áreas:

- ciencias exactas
- ciencias de la salud
- ciencias agropecuarias
- ciencias naturales
- humanidades
- ciencias sociales
- ingeniería y tecnología
- ciencias de la tierra

Asimismo, se incluyen artículos de difusión sobre temas diversos que van de las ciencias naturales y exactas a las ciencias sociales y las humanidades.

Las colaboraciones deberán estar escritas en un lenguaje **claro, didáctico y accesible**, correspondiente al público objetivo; no se aceptarán trabajos que no cumplan con los criterios y lineamientos indicados, según sea el caso se deben seguir los siguientes criterios editoriales.

### Criterios generales

- Sólo se aceptan artículos originales, entendiéndose por ello que el contenido sea producto del trabajo directo y que una versión similar no haya sido publicada o enviada a otras revistas.
- Se aceptarán artículos con un máximo de cinco autores (tres para los artículos de divulgación), en caso de excederse se analizará si corresponde con el esfuerzo detectado en la investigación. Una vez entregado el trabajo, no se aceptarán cambios en el orden y la cantidad de los autores.
- Los originales deberán tener una extensión máxima de cinco páginas, incluyendo tablas, figuras y referencias. En casos excepcionales, se podrá concertar con el editor responsable una extensión superior, la cual será sometida a la aprobación del Consejo Editorial.
- Para su consideración editorial, el autor deberá enviar el artículo vía electrónica en formato .doc de Word, así como el material gráfico (máximo cinco figuras, incluyendo tablas), fichas biográficas de máximo 100 palabras y código identificador ORCID de cada autor, ficha de datos y carta firmada por todos los autores (ambos formatos en página web) que certifique la originalidad del artículo y cedan derechos de autor a favor de la UANL.
- Material gráfico incluye figuras, dibujos, fotografías, imágenes digitales y tablas, de al menos 300 DPI en formato .jpg o .png y deberán incluir derechos de autor, permiso de uso o referencia. Las tablas deberán estar en formato editable.

- El artículo deberá contener claramente los siguientes datos: título del trabajo, autor(es), código identificador ORCID, institución y departamento de adscripción laboral (en el caso de estudiantes sin adscripción laboral, referir la institución donde realizan sus estudios) y dirección de correo electrónico para contacto de cada investigador.
- Las referencias no deben extenderse innecesariamente, por lo que sólo se incluirán las referencias utilizadas en el texto; éstas deberán citarse en formato APA, incluyendo nombre y apellidos de la autoría.
- Se incluirá un resumen en inglés y español, no mayor de 100 palabras, además de cinco ideas y cinco palabras clave.

### Criterios específicos para artículos académicos

- El artículo deberá ofrecer una panorámica clara del campo temático.
- Deberá considerarse la experiencia nacional y local, si la hubiera.
- No se aceptan reportes de mediciones. Los artículos deberán contener la presentación de resultados de medición y su comparación, también deberán presentar un análisis detallado de los mismos, un desarrollo metodológico original, una manipulación nueva de la materia o ser de gran impacto y novedad social.
- Sólo se aceptarán modelos matemáticos si son validados experimentalmente por el autor.
- No se aceptarán trabajos basados en encuestas de opinión o entrevistas, a menos que aunadas a ellas se realicen mediciones y se efectúe un análisis de correlación para su validación.

### Criterios específicos para artículos de divulgación

- Los contenidos científicos y técnicos tendrán que ser conceptualmente correctos y presentados de una manera original y creativa.
- Todos los trabajos deberán ser de carácter académico. Se debe buscar que tengan un interés que rebase los límites de una institución o programa particular.
- Tendrán siempre preferencia los artículos que versen sobre temas relacionados con el objetivo, cobertura temática o lectores a los que se dirige la revista.
- Para su mejor manejo y lectura, cada artículo debe incluir una introducción al tema, posteriormente desarrollarlo y finalmente plantear conclusiones. El formato no maneja notas a pie de página.
- En el caso de una reseña para nuestra sección *Al pie de la letra*, la extensión máxima será de dos cuartillas, deberá incluir la ficha bibliográfica completa, una imagen de la portada del libro, por la naturaleza de la sección no se aceptan referencias.



### Notas importantes

- Sólo se recibirán artículos por convocatoria, para mayor información al respecto consultar nuestras redes sociales o nuestra página web: <http://cienciauanl.uanl.mx/>
- Los autores deberán declarar que en el proceso de elaboración de la investigación o redacción del documento no hubo conflictos de intereses; en caso de haberse presentado, deberán indicar los acuerdos que efectuaron. Asimismo, de haber contado con financiamiento, deberán anotar la institución o el nombre del fondo de dónde provino.
- Todas las colaboraciones, sin excepción, deberán pasar por una revisión preliminar, en la cual se establecerá si éstas cumplen con los requisitos mínimos de publicación que solicita la revista, como temática, extensión, originalidad y estructuras. Los editores no se obligan a publicar los artículos sólo por recibirlos.
- Todos los números se publican por tema, en caso de que un artículo sea aceptado en el dictamen, pero no entre en la publicación del siguiente número, éste quedará en espera para el número más próximo con la misma temática.
- Una vez aprobados los trabajos, los autores aceptan la corrección de textos y la revisión de estilo para mantener criterios de uniformidad de la revista.
- Todos los artículos de difusión recibidos serán sujetos al proceso de revisión *peer review* o **revisión por pares**, del tipo **doble ciego**; los documentos se envían sin autoría a quienes evalúan, con el fin de buscar objetividad en el análisis; asimismo, las personas autoras desconocen el nombre de sus evaluadores.
- Bajo ningún motivo serán aceptados aquellos documentos donde pueda ser demostrada la existencia de transcripción textual, sin el debido crédito, de otra obra, acción denominada como plagio. Si el punto anterior es confirmado, el documento será rechazado inmediatamente.

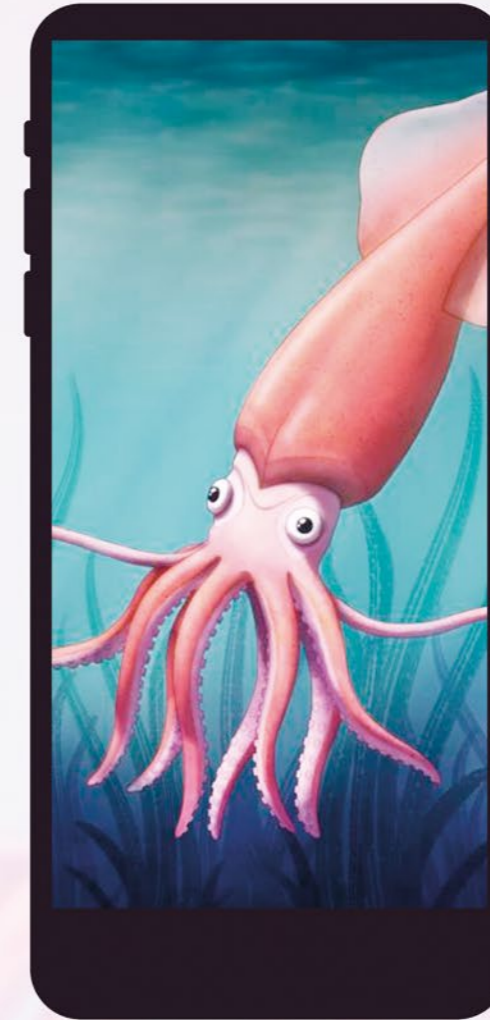
Todos los artículos deberán remitirse a la dirección de correo:  
[revista.ciencia@uanl.mx](mailto:revista.ciencia@uanl.mx)  
o bien a la siguiente dirección:

Revista Ciencia UANL. Dirección de Investigación, Av. Manuel L. Barragán, Col. Hogares Ferrocarrileros, C.P. 64290, Monterrey, Nuevo León, México.

Para cualquier comentario o duda estamos a disposición de los interesados en:

Tel: (5281)8329-4236. <http://www.cienciauanl.uanl.mx/>

# ¡SÍGUENOS EN NUESTRAS REDES SOCIALES!



Instagram: [@revistaciencia\\_uanl](https://www.instagram.com/revistaciencia_uanl)



Facebook: [RevistaCienciaUANL](https://www.facebook.com/RevistaCienciaUANL)

[cienciauanl.uanl.mx/](http://cienciauanl.uanl.mx/)



Indexada en:



RevistaCienciaUANL Revistaciencia\_uanl RevistaCIENCIAUANL



ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

