

ISSN: en trámite

# Revista

de Ciencias  
Agroalimentarias  
y Biotecnología

Revista de Divulgación Científica de la Facultad de Agronomía - UANL



Volumen 1  
Número 1  
Enero - Abril  
2024

Una publicación de la Universidad Autónoma de Nuevo León

**Dr. Santos Guzmán López**

Rector

**M.C. Carlos Alberto Hernández Martínez**

Director de la Facultad de Agronomía

**M.C. Jesús Andrés Pedroza Flores**

Subdirector Académico

**Dra. Juanita Guadalupe Gutiérrez Soto**

Subdirectora de Posgrado e Investigación

**Dr. Sergio Eduardo Bernal García**

Subdirector Administrativo

**M.C. Nora Estela García Treviño**

Subdirectora de Vinculación y Servicio Social

**M.C. Eduardo Alejandro García Zambrano**

Subdirector de Planeación y Mejora Continua

**Directora Editorial:** Dra. Juanita Guadalupe Gutiérrez Soto

**Editores en Jefe:** Dr. Iosvany López Sandin / M.C. Miranda Abigail Ortiz Alonso

**Editora Técnica:** M.A. Blanca Idolisa Contreras Cantú

Revista de Ciencias Agroalimentarias y Biotecnología, Vol. 1 Núm. 1 (2024): Enero - Abril 2024, Revista de Divulgación Científica de la Facultad de Agronomía de la UANL es una publicación cuatrimestral, editada por la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Facultad de Agronomía. Directora Editorial: Dra. Guadalupe Gutiérrez Soto. Domicilio de la publicación: Francisco Villa s/n, Ex Hacienda "El Canadá", Cd, General Escobedo, Nuevo León, México, C.P. 66050. Teléfono: 81 1340 4399. Responsable de esta edición Dra. Guadalupe Gutiérrez Soto. Reserva de derechos al uso exclusivo: en trámite. eISSN: en trámite. Fecha de última modificación: 2024-01-31

Las opiniones y contenidos expresados en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores.

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

Publicado en México

Todos los derechos reservados

revista.cab@uanl.mx

# PRESENTACIÓN

**E**n el marco de celebración por el 70 aniversario de la Facultad de Agronomía de la UANL, nos llena de orgullo presentar la Revista de Ciencias Agroalimentarias y Biotecnología (RCAB), como parte de nuestro compromiso con la excelencia académica y la innovación. La RCAB va más allá de una publicación académica; ya que representa el firme compromiso de nuestra Facultad con la investigación interdisciplinaria y la difusión del conocimiento científico al público en general, abarcando diferentes temas, desde la producción agrícola sostenible hasta los últimos avances en biotecnología alimentaria.

Así, su compromiso con la excelencia editorial la convierte en una plataforma idónea para la difusión de investigaciones originales, revisiones críticas y estudios de caso relevantes en el ámbito agroalimentario y temas de interés científico. En este contexto, los invitamos a explorar las páginas de esta revista, que reflejan no solo el esfuerzo y la dedicación de nuestros investigadores, sino también la vitalidad y la relevancia de la investigación en ciencias agroalimentarias y biotecnología a nivel nacional e internacional.

Dra. Guadalupe Gutiérrez Soto  
Directora Editorial





---

# CONTENIDO

Pág.

**1** Micodiversidad de Nuevo León: Secretos y Maravillas de los Basidiomicetos

**5** *Argemone mexicana* (*Papaveraceae*) y Berberina - Tesoros Ocultos de la Medicina Herbal

**12** Aprovechando el potencial de la naturaleza: Consorcio Microalga-Bacteria revolucionando el tratamiento de residuos y los productos biológicos

**14** El Consumo Energético en la Agricultura: Desafíos y Oportunidades

**20** Historical development of exoplanet discoveries.

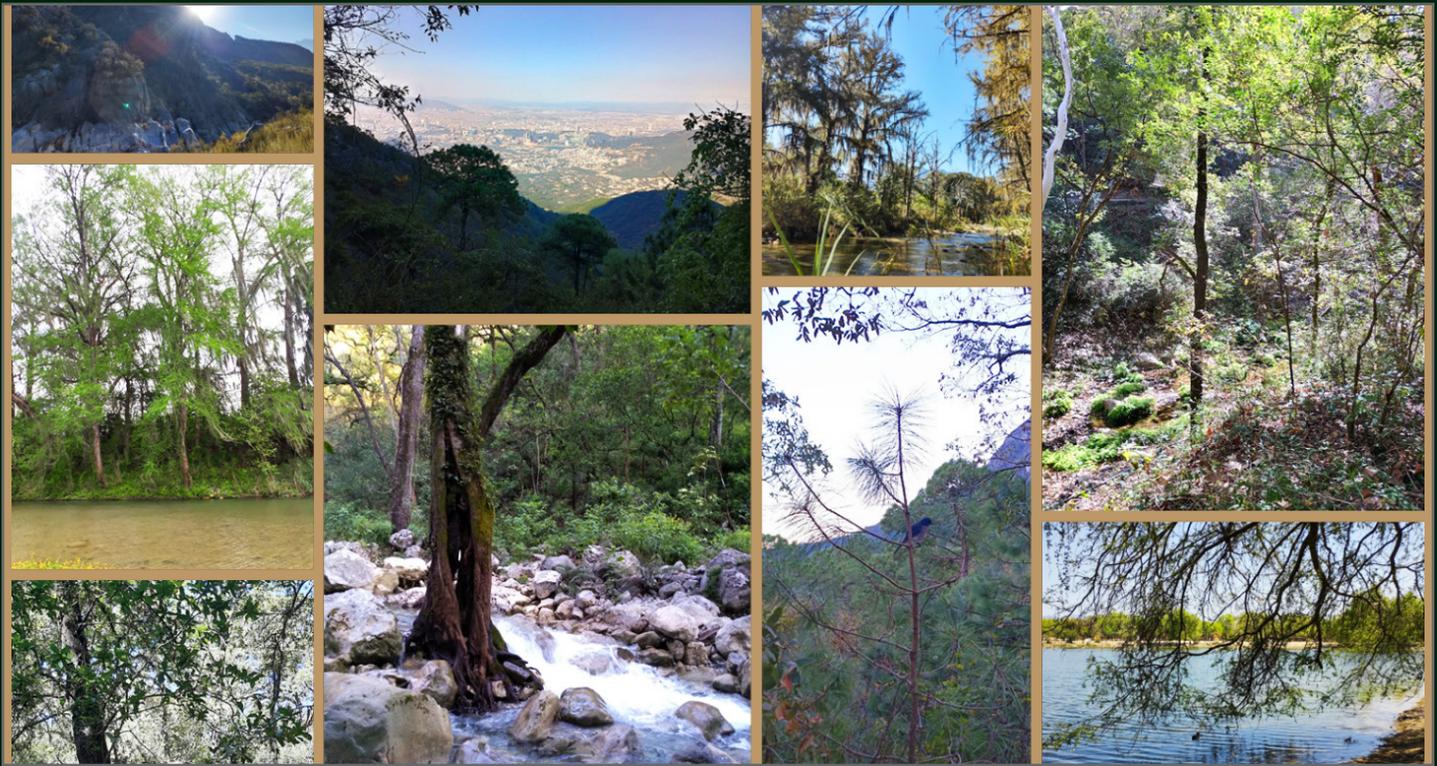


Figura 1. Imágenes de algunos ecosistemas de Nuevo León.

# Micodiversidad de Nuevo León: SECRETOS Y MARAVILLAS DE LOS BASIDIOMICETOS

Iosvany López Sandin<sup>1</sup>, Guadalupe Gutiérrez Soto<sup>1\*</sup>

Biomolecular Innovation Group, Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León.  
Francisco Villa S/N, Col. ExHacienda El Canadá 66415, General Escobedo, N.L., México.

\*Correspondencia: ggutierrez0402@gmail.com

**N**uevo León, un estado al norte de México, alberga una gran diversidad de ecosistemas a pesar de su clima predominantemente semiárido. La variedad de altitudes y condiciones climáticas da lugar a una riqueza de flora y fauna que se distribuye en bosques de encinos y pinos, pastizales, desiertos y matorrales xerófilos (Figura 1).

Los Basidiomicetos son un grupo diverso de hongos que se distinguen por su característica, forma de reproducción sexual, que involucran la producción de esporas en estructuras llamadas basidios. Estos hongos desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas, contribuyendo a la descomposición de la materia orgánica y facilitando la recirculación de nutrientes. Pero su influencia va más allá de los bosques y suelos, ya que su potencial biotecnológico ha despertado el interés de científicos y empresas innovadoras en todo el mundo.

México cuenta con una gran diversidad de hongos, con más de 200,000 especies, de las cuales solo el 5% han sido estudiadas (Aguirre-Acosta *et al.*, 2014). Dentro de esta diversidad 1,408 especies pertenecen al grupo de los macrohongos (Valenzuela *et al.*, 2023). Específicamente para los basidiomicetos, se han reportado al menos 40.000 especies en todo el mundo, agrupados según su estilo de vida o hábitat en saprobios en pasto/basura forestal, madera en descomposición, levaduras, ectomicorrizas y parásitos de plantas (Figura 2).

Se estima que para 2030 hayan sido descubiertas más de 54.000 especies de basidiomicetos, para un total de 1,4 a 4,2 millones de especies en todo el mundo (He *et al.*, 2022). En México se han inventariado 1,486 especies, aunque este número no refleja con precisión el número absoluto existentes (Aguirre-Acosta *et al.*, 2014; Cifuentes, 2008). En Nuevo León y Tamaulipas han sido descritas 186 especies de basidiomicetos pertenecientes a 125 géneros (Ocañas *et al.*, 2023). Esto sugiere la posibilidad de obtener nuevos aislamientos de basidiomicetos nativos en región, con potencial aplicación biotecnológica.

## Rol en la naturaleza

Los Basidiomicetos son hongos que viven en la naturaleza y juegan un papel muy importante en los bosques y otros ecosistemas. Su principal función es ayudar en la descomposición de la materia orgánica muerta, como las hojas caídas y los troncos de árboles viejos. Esta tarea es esencial, porque la descomposición de la materia orgánica libera nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Algunos hongos forman una especie de “amistad” con las raíces de las plantas llamada, simbiosis, la cual ayuda a las plantas a absorber más agua y nutrientes del suelo y, por lo tanto, las hace más saludables y fuertes (Smith y Read, 2010).

Estos hongos también son importantes en la cadena alimentaria de los bosques. Muchos animales, como los insectos, los pájaros y otros hongos, dependen de ellos como fuente de comida. Otros pueden producir sustancias químicas especiales llamadas metabolitos secundarios, que pueden tener propiedades útiles para los humanos. Por ejemplo, algunos de estos metabolitos tienen propiedades medicinales y se utilizan en la fabricación de medicamentos (Alberti *et al.*, 2020).



Figura 2. Ejemplares de basidiomicetos de Nuevo León.

## Hongos de Nuevo León: Un tesoro para la biotecnología

En el noreste de México, la Dra. Guadalupe Gutiérrez Soto, junto con su equipo de investigación de la Facultad de Agronomía, ha descubierto un tesoro escondido en los basidiomicetos nativos de la región. Desde el 2011 han explorado el gran potencial de estos hongos para ser utilizados en diversas aplicaciones biotecnológicas, como la producción de enzimas con uso en el sector alimentario, pecuario y ambiental, además de la producción de metabolitos antimicrobianos, antifúngicos y antioxidantes.

Para ello, han sido estudiadas más de 74 especies de hongos y seleccionadas 10, que destacaron en la producción de enzimas con notables propiedades operativas y funcionales. Dentro de estas se encuentra *Trametes maxima* CU1 (Figura 3) cuya enzima lacasa ha mostrado capacidad en la degradación de colorantes sintéticos utilizados en la industria textil (además de aguas contaminadas con color), cuya versatilidad (en combinación con enzimas activas sobre carbohidratos producidas por este mismo hongo) han permitido la obtención de cocteles enzimáticos. Estos cocteles fueron utilizados como mejoradores de la digestión en conejos y en las propiedades físico-químicas del pan, mostrando prometedores resultados. Además, ha sido utilizado en la valorización de residuos agrícolas (como cáscaras de cítricos, nuez, pastos, bagazo de agave, etc.) para la recuperación de compuestos bioactivos y biomateriales (como fibras con actividad prebiótica<sup>1</sup>), contribuyendo con esto a los procesos de bioeconomía circular<sup>2</sup>. En este sentido, *Tametes hirsuta* CS5 que también ha mostrado gran desempeño en la decoloración de colorantes sintéticos y en la valorización de residuos agrícolas.



Figura 3. Diferentes especies de hongos que han demostrado alto potencial biológico.

<sup>1</sup> Estas fibras actúan como alimento para las bacterias “buenas” que viven en el intestino, especialmente las bifidobacterias y los lactobacilos.

<sup>2</sup> La bioeconomía se basa en la utilización de recursos biológicos para generar valor económico y social de forma sostenible.

*Pynoporus sanguineus* CS2 este hongo produce una combinación de enzimas que lo convierte en un candidato ideal para ser utilizado como coadyuvante digestivo en la producción avícola, ya que las enzimas del hongo pueden ayudar a los animales a digerir mejor su alimento, lo que puede mejorar su salud y productividad. Además, también ha sido empleado en la valorización de residuos agrícolas.

Recientemente ha sido la exploración de la cepa *Ganoderma resinaceum* CS27, cuyos resultados mostraron la capacidad de colonizar sustratos agroindustriales (como cáscaras de cítricos, nuez y bagazo de agave) en un sistema semisólido, lo que permitió recuperar sobrenadantes con enzimas lignocelulósicas y metabolitos bioactivos, además de fibras biotransformadas con actividad prebiótica.

Mientras que *Macrolepiota sp* CS185 ha sido estudiada para la producción de compuestos antifúngicos para su aplicación en los sistemas de producción agrícola en el control de hongos patógenos y en la elaboración de recubrimientos bioactivos para frutas.

En resumen, existe una gran diversidad de hongos en el estado de Nuevo León con gran potencial para ser utilizados en diversas aplicaciones biotecnológicas. Por lo que, muchos investigadores están trabajando para desarrollar nuevos productos y procesos que aprovechen las propiedades que poseen estos hongos.

### Referencias

1. Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Nuevo León. (2023). Flora y fauna. Revisado en Noviembre 2023 de <https://www.nl.gob.mx/campanas/conoce-las-riquezas-naturales-de-nuevo-leon>.
2. Smith, S. E., & Read, D. J. (2010). Mycorrhizal symbiosis. Academic press.
3. Alberti, F., Kaleem, S., & Weaver, J. A. (2020). Recent developments of tools for genome and metabolome studies in basidiomycete fungi and their application to natural product research. *Biology Open*, 9(12), bio056010.
4. Aguirre-Acosta E, Ulloa M, Aguilar S, et al. Biodiversidad de hongos en México. *Revista mexicana de biodiversidad* (2014) 85:76-81. <https://doi.org/10.7550/rmb.33649>
5. He MQ, Zhao RL, Liu DM, et al. Species diversity of Basidiomycota. *Fungal diversity* (2022) 114(1):281-325. <https://doi.org/10.1007/s13225-021-00497-3>
6. Cifuentes J. 2008. “Hongos”. Catálogo taxonómico de especies de México. In *Capital natural de México*, Vol. 1: conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México. CD1.





Imagen Ilustrativa

# *Argemone mexicana* (*Papaveraceae*) y Berberina

## TESOROS OCULTOS DE LA MEDICINA HERBAL

Joel H. Elizondo-Luévano 1, Lourdes M. Garza-Vega 1, Ángel D. Torres-Hernández 1, Ramiro Quintanilla-Licea 1, Abelardo Chávez-Montes 1,\*

1. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Ciudad Universitaria, C.P. 66455, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México; abelardo.chavezmn@uanl.edu.mx (A.C.-M.); lourdes.garzava@uanl.edu.mx (L.M.G.-V.); angel.torreshr@uanl.edu.mx (A.D.T.-H.); ramiro.quintanillalc@uanl.edu.mx (R.Q.-L.); joel.elizondolv@uanl.edu.mx (J.H.E.-L.)

\* Correspondencia/Correspondence: abelardo.chavezmn@uanl.edu.mx (A.C.-M.)

## RESUMEN

*Argemone mexicana* L., conocida como “amapola mexicana”, es una planta herbácea que ha cautivado a civilizaciones a lo largo de los siglos por sus múltiples propiedades medicinales. Originaria de América, esta planta es utilizada en la medicina herbal mexicana, debido a sus efectos etnofarmacológicos. Sin embargo, su uso requiere precaución debido a la presencia de alcaloides, como la berberina. Estos compuestos fitoquímicos han sido objeto de estudio por sus potenciales beneficios en la salud. Por ejemplo, la berberina ha mostrado efectos antimicrobianos, antiinflamatorios y antioxidantes. Aunque *A. mexicana* y la berberina prometen ser una fuente valiosa de medicina herbal, su uso debe ser cauteloso. Sin embargo, este tesoro natural merece ser explorado y estudiado en profundidad para desentrañar todos sus beneficios y potenciales aplicaciones en la salud humana.

**Palabras Clave:** Amapola mexicana; *Argemone mexicana*; Berberina; Etnofarmacología; *Papaveraceae*.

## ***Argemone mexicana* (Papaveraceae) and Berberine - Hidden Treasures of Herbal Medicine**

### ABSTRACT

*Argemone mexicana* L., known as “Mexican poppy”, is an herbaceous plant that has captivated civilizations throughout the centuries for its multiple medicinal properties (R. J. Pawar, S. A. Govilkar, 2020). Originally from America, this plant is used in Mexican herbal medicine due to its ethnopharmacological effects. However, its use requires caution due to the presence of alkaloids, such as berberine. These phytochemical compounds have been studied for their potential health benefits. For example, berberine has shown antimicrobial, anti-inflammatory, and antioxidant effects. Although *A. mexicana* and berberine promise to be a valuable source of herbal medicine, their use should be cautious. However, this natural treasure deserves to be explored and studied in depth to unravel all its benefits and potential applications in human health.

**Keywords:** Mexican poppy; *Argemone mexicana*; Berberine; Etnofarmacología; *Papaveraceae*.

## INTRODUCCIÓN

*Argemone mexicana* (Figura 1), comúnmente conocida como “chicalote” o “amapola espinosa”, es una planta herbácea que pertenece a la familia *Papaveraceae* (Salazar-Gómez and Alonso-Castro, 2022). Es originaria de América y se encuentra en varias partes del continente, desde Estados Unidos hasta Argentina, es una planta anual que crece en suelos secos y suele ser considerada una maleza en muchos lugares (Schwarzbach and Kadereit, 1999; Bussmann and Sharon, 2016). La planta (Figura 1) tiene flores amarillas brillantes y es reconocible por sus hojas espinosas y su fruto en forma de cápsula (R. J. Pawar, S. A. Govilkar, 2020).

En la medicina tradicional, varias partes de la planta *A. mexicana* se han utilizado con propósitos medicinales. Se cree que tiene propiedades antiespasmódicas, antiinflamatorias, analgésicas, antiparasitarias, citotóxicas y purgantes (Sharanappa and Vidyasagar, 2014; More and Kharat, 2016; Singh *et al.*, 2016; Orozco-Nunnelly *et al.*, 2021; Mengie Ayele *et al.*, 2022; Sansores-España *et al.*, 2022). Sin embargo, es importante destacar que la planta también contiene alcaloides tóxicos, como la berberina (Figura 2) el cual más adelante la abordaremos, que pueden ser perjudiciales si se consumen en cantidades significativas (Brunetti *et al.*, 2020).

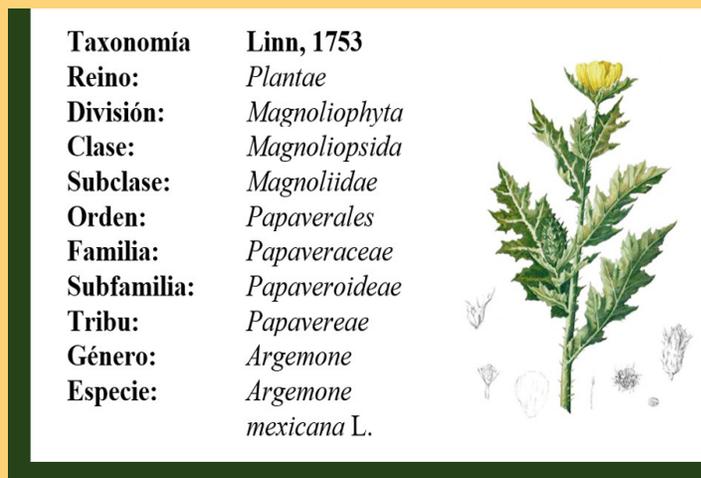


Figura 1. Taxonomía de *A. mexicana* (Carmona, Gil and Rodríguez, 2008).

Algunas de las propiedades beneficiosas que se le atribuyen a la amapola mexicana incluyen:

1. **Antiespasmódico:** Se cree que puede ayudar a aliviar los espasmos musculares y reducir el dolor asociado con ellos.

2. **Antiinflamatorio:** Se ha utilizado para reducir la inflamación en diversas condiciones, como artritis y afecciones de la piel.
3. **Analgésico:** Se ha utilizado para aliviar el dolor, tanto internamente como externamente, por ejemplo, en el tratamiento de dolores de cabeza o dolores musculares.
4. **Purgante:** Se ha utilizado para estimular el movimiento intestinal y aliviar el estreñimiento ocasional.
5. **Antiparasitario:** Se han encontrado estudios en los que se han hecho extracciones con solventes y se ha determinado su actividad contra una alta variedad de parásitos como amebas o helmintos.
6. **Citotóxico:** Existen estudios en donde se ha observado que, al realizar extracciones con metanol de la parte aérea de la planta, posee actividad citotóxica frente a células tumorales.

## COMPONENTES FITOQUÍMICOS DE *Argemone mexicana*

Los componentes fitoquímicos son compuestos naturales presentes en las plantas que pueden tener efectos biológicos y medicinales (Quintanilla-Licea *et al.*, 2012). En el caso de *A. mexicana*, algunos de sus principales componentes fitoquímicos incluyen alcaloides, flavonoides, terpenoides y compuestos fenólicos (Bhattacharjee, Chatterjee and Chandra, 2010; Elizondo-Luévano *et al.*, 2018; Elizondo-Luevano *et al.*, 2020b). Entre estos, los alcaloides son particularmente notables debido a su presencia en varias partes de la planta, incluidas las hojas, las flores y las semillas (Orozco-Nunnally *et al.*, 2021).

## ALCALOIDES PRESENTES EN *Argemone mexicana*

Los alcaloides son una clase de compuestos químicos que contienen nitrógeno y que a menudo tienen efectos farmacológicos en los seres vivos (Xool-Tamayo *et al.*, 2017). En la amapola mexicana, se han identificado varios alcaloides (Siatka *et al.*, 2017), incluidos la berberina, la protopina, la sanguinarina y la coptisina (Brahmachari, Gorai and Roy, 2013; Elizondo-Luevano *et al.*, 2020a). Estos alcaloides han sido objeto de estudios debido a sus posibles propiedades medicinales y farmacológicas (Malebo *et al.*, 2013). Por ejemplo, la berberina (Figura 2), uno de los alcaloides más estudiados de la planta y el componente mayoritario de esta,

ha demostrado tener efectos antimicrobianos, antiinflamatorios y antioxidantes, y se ha investigado por su potencial en el tratamiento de condiciones como la diabetes y las enfermedades cardiovasculares (Birdsall and GS, 1997; Xiong *et al.*, 2022); a pesar de sus posibles beneficios medicinales, es importante tener en cuenta que algunos alcaloides presentes en *A. mexicana*, como la berberina y sanguinarina, también pueden ser tóxicos en ciertas dosis (Chang *et al.*, 2003; Singh and Gupta, 2019; Och, Podgórski and Nowak, 2020).

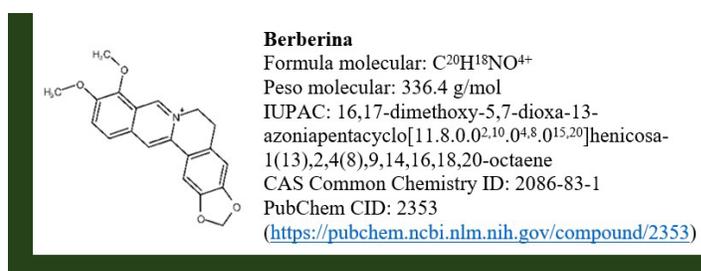


Figura 2. Estructura química de la berberina (obtenido del portal web <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>; revisado el día 08 de febrero de 2024)

La berberina (figura 2) es un alcaloide presente en varias plantas, incluida *A. mexicana*, así como en otras como *Berberis vulgaris*, *Hydrastis canadensis*, *Rhizoma coptidis*, y *Coptis chinensis* (Zhang *et al.*, 2011; Tan *et al.*, 2016). Es de color amarillo brillante y se ha estudiado por sus posibles propiedades medicinales y farmacológicas. Entre las propiedades atribuidas a la berberina se incluyen efectos antimicrobianos, antiinflamatorios, antioxidantes y antitumorales. Se ha investigado su potencial para el tratamiento de diversas condiciones de salud, como la diabetes, enfermedades cardiovasculares, trastornos gastrointestinales y trastornos metabólicos (Singh and Gupta, 2019). Se han realizado estudios que sugieren que la berberina puede ayudar a mejorar la sensibilidad a la insulina, reducir los niveles de glucosa en sangre y mejorar el perfil lipídico en personas con diabetes tipo 2. También se ha investigado su capacidad para inhibir el crecimiento de microorganismos patógenos, incluidas bacterias, hongos y parásitos (Li *et al.*, 2017; Elizondo-Luévano *et al.*, 2020, 2021; Pacheco-Ordaz *et al.*, 2022).

### Algunas de las propiedades beneficiosas y medicinales de la berberina incluyen:

1. **Antimicrobiano:** Se ha demostrado que la berberina tiene actividad antimicrobiana contra una amplia gama de bacterias y hongos, lo que la convierte en un posible tratamiento para infecciones.

2. **Antioxidante:** La berberina puede ayudar a reducir el estrés oxidativo en el cuerpo al neutralizar los radicales libres, lo que puede ayudar a prevenir el daño celular y el envejecimiento prematuro.
3. **Antiinflamatorio:** Se ha sugerido que la berberina puede ayudar a reducir la inflamación en el cuerpo, lo que podría ser beneficioso para condiciones inflamatorias crónicas.
4. **Hipoglucemiante:** Se ha demostrado que la berberina ayuda a mejorar la sensibilidad a la insulina y a reducir los niveles de glucosa en sangre, lo que la convierte en un posible tratamiento para la diabetes tipo 2.
5. **Cardioprotector:** Se ha investigado su capacidad para mejorar la salud cardiovascular al reducir el colesterol y los triglicéridos en sangre, así como al proteger contra la aterosclerosis.
6. **Antihelmíntica:** Se ha determinado que la berberina tiene propiedades en contra de una variedad de geo-helminthos ya que este tiene la capacidad de intercalarse en la tubulina de estos.
7. **Antiparasitaria:** La berberina es un potente agente antiparasitario ya tiene la capacidad de afectar los quistes de amebas parasitas en humanos.

En resumen, *A. mexicana* es una planta con un potencial significativo en la medicina herbal debido a sus múltiples propiedades medicinales y a la presencia de diversos componentes fitoquímicos beneficiosos (Elizondo-Luévano *et al.*, 2022). Sin embargo, su uso debe ser cuidadoso y bajo la supervisión de un profesional de la salud debido a la presencia de alcaloides tóxicos (Alonso-Castro *et al.*, 2017). Es importante tener en cuenta que, aunque la berberina muestra promesas en la investigación, se necesita más evidencia científica para confirmar sus beneficios y determinar las dosis seguras y efectivas para su uso en humanos. Por lo tanto, es fundamental realizar una investigación adecuada y consultar a un profesional de la salud antes de utilizar cualquier parte de la planta con fines medicinales.

**Declaración de ética:** Los autores respaldan plenamente este trabajo y han contribuido de manera significativa que justifica su autoría. No existe conflicto de interés y se han seguido todos los procedimientos éticos y requisitos necesarios.



**Agradecimientos:** Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONACHYT) bajo el proyecto I1200/331/2023 y al PROGRAMA DE APOYO A LA CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN (ProACTI 2023) de la UANL bajo el proyecto 16-BQ-2023.

## REFERENCIAS

Alonso-Castro, A. J. et al. (2017) 'Medicinal Plants from North and Central America and the Caribbean Considered Toxic for Humans: The Other Side of the Coin', Evidence-based Complementary and Alternative Medicine, 2017(c). doi: 10.1155/2017/9439868.

Bhattacharjee, I., Chatterjee, S. K. and Chandra, G. (2010) 'Isolation and identification of antibacterial components in seed extracts of *Argemone mexicana* L. (Papaveraceae)', Asian Pacific Journal of Tropical Medicine. Hainan Medical College, 3(7), pp. 547–551. doi: 10.1016/S1995-7645(10)60132-0.

Birdsall, T. and GS, K. (1997) 'Therapeutic potential of an alkaloid found in several medicinal plants', Altern Med Rev, 2(2), pp. 94–103.

Brahmachari, G., Gorai, D. and Roy, R. (2013) 'Argemone mexicana: Chemical and pharmacological aspects', Revista Brasileira de Farmacognosia. Elsevier, 23(3), pp. 559–575. doi: 10.1590/S0102-695X2013005000021.

Brunetti, P. et al. (2020) 'Pharmacology of Herbal Sexual Enhancers: A Review of Psychiatric and Neurological Adverse Effects', Pharmaceuticals, 13(10), p. 309. doi: 10.3390/ph13100309.

Bussmann, R. W. and Sharon, D. (2016) 'Medicinal plants of the andes and the amazon - The magic and medicinal flora of Northern Peru', Ethnobotany Research and Applications, 16(Special Issue), pp. 1–29. doi: 10.32859/era.15.1.001-293.

Carmona, J., Gil, R. and Rodríguez, M. (2008) 'Descripción taxonómica, morfológica y etnobotánica de 26 hierbas comunes que crecen en la ciudad de Mérida-Venezuela', Boletín Antropológico, 26(73), pp. 113–129. Available at: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=71217219001>.

Chang, Y.-C. et al. (2003) 'Cytotoxic benzophenanthridine and benzyloisoquinoline alkaloids from *Argemone mexicana*', Zeitschrift fur Naturforschung. C, Journal of biosciences, 58(7–8), pp. 521–6. doi: 10.1515/znc-2003-7-813.

Elizondo-Luevano, J. H. et al. (2020a) 'In Vitro Effect of Methanolic Extract of *Argemone mexicana* against *Trichomonas vaginalis*', The Korean journal of parasitology. The Korean Society for Parasitology and Tropical Medicine, 58(2), pp. 135–145. doi: 10.3347/kjp.2020.58.2.135.

Elizondo-Luevano, J. H. et al. (2020b) 'In Vitro Effect of Methanolic Extract of *Argemone mexicana* against *Trichomonas vaginalis*', The Korean Journal of Parasitology, 58(2), pp. 135–145. doi: 10.3347/kjp.2020.58.2.135.

Elizondo-Luévano, J. H. et al. (2018) 'In Vitro Study of Antiamoebic Activity of Methanol Extracts of *Argemone mexicana* on Trophozoites of *Entamoeba histolytica* HM1-IMSS', The Canadian journal of infectious diseases & medical microbiology = Journal canadien des maladies infectieuses et de la microbiologie medicale, 2018, p. 7453787. doi: 10.1155/2018/7453787.

Elizondo-Luévano, J. H. et al. (2020) 'Berberina, curcumina y quercetina como potenciales agentes con capacidad antiparasitaria', Revista de Biología Tropical, 68(4), pp. 1241–1249. doi: 10.15517/rbt.v68i4.42094.

Elizondo-Luévano, J. H. et al. (2021) 'Berberine: A nematocidal alkaloid from *Argemone mexicana* against *Strongyloides venezuelensis*', Experimental parasitology, 220(November 2020), p. 108043. doi: 10.1016/j.exppara.2020.108043.

Elizondo-Luévano, J. H. et al. (2022) 'In Vitro Cytotoxic Activity of Methanol Extracts of Selected Medicinal Plants Traditionally Used in Mexico against Human Hepatocellular Carcinoma', Plants (Basel, Switzerland), 11(21), p. 2862. doi: 10.3390/plants11212862.

Li, L. et al. (2017) 'Berberine could inhibit thyroid carcinoma cells by inducing mitochondrial apoptosis, G0/G1 cell cycle arrest and suppressing migration via PI3K-AKT and MAPK signaling pathways', Biomedicine and Pharmacotherapy. Elsevier, 95(301), pp. 1225–1231. doi: 10.1016/j.biopha.2017.09.010.

Malebo, H. M. et al. (2013) 'Anti-protozoal activity of aporphine and protoberberine alkaloids from *Annickia kummeriae* (Engl. & Diels) Setten & Maas (Annonaceae)', BMC Complementary and Alternative Medicine, 13(1), p. 48. doi: 10.1186/1472-6882-13-48.

Mengie Ayele, T. et al. (2022) 'Evaluation of In Vivo Wound-Healing and Anti-Inflammatory Activities of Solvent Fractions of Fruits of *Argemone mexicana* L. (Papaveraceae)', Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. Edited by O. O. Olajuyigbe, 2022, pp. 1–17. doi: 10.1155/2022/6154560.

More, N. and Kharat, A. (2016) 'Antifungal and Anti-cancer Potential of *Argemone mexicana* L.', *Medicines*, 3(4), p. 28. doi: 10.3390/medicines3040028.

Och, A., Podgórski, R. and Nowak, R. (2020) 'Biological Activity of Berberine—A Summary Update', *Toxins*, 12(11), p. 713. doi: 10.3390/toxins12110713.

Orozco-Nunnally, D. A. et al. (2021) 'Characterizing the cytotoxic effects and several antimicrobial phytocompounds of *Argemone mexicana*', *PLoS ONE*, 16(4 April), pp. 1–19. doi: 10.1371/journal.pone.0249704.

Pacheco-Ordaz, A. et al. (2022) 'Amoebicidal and trichomonocidal capacity of polymeric nanoparticles loaded with extracts of the plants *Curcuma longa* (Zingiberaceae) and *Berberis vulgaris* (Berberidaceae)', *Revista de Biología Tropical*, 70(1), pp. 319–331. doi: 10.15517/rev.biol.trop.v70i1.48746.

Quintanilla-Licea, R. et al. (2012) 'Bioassay-guided isolation and identification of cytotoxic compounds from *Gymnosperma glutinosum* leaves.', *Molecules* (Basel, Switzerland), 17(9), pp. 11229–41. doi: 10.3390/molecules170911229.

R. J. Pawar, S. A. Govilkar, S. B. A. and V. A. B. (2020) 'A REVIEW: ARGEMONE MEXICANA IS AN INDIGENOUS HERB', *International Journal of Pharmacognosy*, 7(6), pp. 137–143. doi: 10.13040/IJPSR.0975-8232.IJP.7(6).137-43.

Salazar-Gómez, A. and Alonso-Castro, A. J. (2022) 'Medicinal Plants from Latin America with Wound Healing Activity: Ethnomedicine, Phytochemistry, Preclinical and Clinical Studies—A Review', *Pharmaceuticals*, 15(9), p. 1095. doi: 10.3390/ph15091095.

Sansores-España, D. et al. (2022) 'Plants Used in Mexican Traditional Medicine for the Management of Urolithiasis: A Review of Preclinical Evidence, Bioactive Compounds, and Molecular Mechanisms', *Molecules* (Basel, Switzerland), 27(6), p. 2008. doi: 10.3390/molecules27062008.

Schwarzbach, A. E. and Kadereit, J. W. (1999) 'Phylogeny of prickly poppies, *Argemone* (Papaveraceae), and the evolution of morphological and alkaloid characters based on ITS nrDNA sequence variation', *Plant Systematics and Evolution*, 218(3–4), pp. 257–279. doi: 10.1007/BF01089231.

Sharanappa, R. and Vidyasagar, G. M. (2014) 'Plant profile, Phytochemistry and Pharmacology of *Argemone Mexicana* Linn. A review', *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 6(7), pp. 45–53.

Siatka, T. et al. (2017) 'Cholinesterase and Prolyl Oligopeptidase Inhibitory Activities of Alkaloids from *Argemone platyceras* (Papaveraceae)', *Molecules* (Basel, Switzerland), 22(7), pp. 1–14. doi: 10.3390/molecules22071181.

Singh, L. and Gupta, S. (2019) 'Ethnopharmacological aspects of *Argemone mexicana* Linn., a Significant plant species, in Traditional System of Medicine', *International Archive of Applied Sciences and Technology*, 10(June), pp. 143–150.

Singh, S. et al. (2016) 'Cytotoxicity of alkaloids isolated from *Argemone mexicana* on SW480 human colon cancer cell line', *Pharmaceutical biology*, 54(4), pp. 740–5. doi: 10.3109/13880209.2015.1073334.

Tan, H. L. et al. (2016) 'Rhizoma coptidis: A potential cardiovascular protective agent', *Frontiers in Pharmacology*, 7(OCT). doi: 10.3389/fphar.2016.00362.

Xiong, R.-G. et al. (2022) 'Anticancer Effects and Mechanisms of Berberine from Medicinal Herbs: An Update Review', *Molecules*, 27(14), p. 4523. doi: 10.3390/molecules27144523.

Xool-Tamayo, J. F. et al. (2017) 'Early developmental onset of alkaloid biosynthesis in Mexican poppy (*Argemone mexicana* L) Papaveraceae', *Phytochemistry Letters*. *Phytochemical Society of Europe*, 20, pp. 300–305. doi: 10.1016/j.phytol.2016.12.020.

Zhang, Q. et al. (2011) 'Preventive effect of *Coptis chinensis* and berberine on intestinal injury in rats challenged with lipopolysaccharides', *Food and Chemical Toxicology*. Elsevier Ltd, 49(1), pp. 61–69. doi: 10.1016/j.fct.2010.09.032.



# Aprovechando el potencial de la Naturaleza:

## CONSORCIO MICROALGA-BACTERIA REVOLUCIONANDO EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS Y PRODUCTOS BIOLÓGICOS



Celestino García Gómez<sup>1\*</sup>

Universidad Autónoma de Nuevo León.  
Francisco Villa S/N Col. ExHacienda El  
Canadá 66415, General Escobedo, N.L.,  
México.

\*Correspondencia:

celestino.garcia.gm@uanl.edu.mx

**E**n la constante evolución de la sostenibilidad ambiental, los científicos están descubriendo soluciones notables en los organismos más pequeños. Es el caso de del consorcio microalga-bacteria, una fascinante alianza que tiene increíbles promesas para transformar el tratamiento de residuos y dar lugar a productos biológicos valiosos.

**Microalgas y bacterias como socios en la innovación verde.** Imaginen un mundo en el que los microorganismos trabajan de la mano para hacer frente a los desafíos ambientales. Las microalgas, los superhéroes fotosintéticos, unen fuerzas con las bacterias en un baile armonioso. Las microalgas ofrecen un entorno nutritivo y nutrientes esenciales, mientras que las bacterias se reembolsan liberando sustancias que promueven el crecimiento. Juntos, crean un dúo dinámico listo para abordar algunos de nuestros problemas más urgentes.

**Tratamiento de residuos.** El tratamiento de los desechos nos afecta a todos. Los consorcios de microalgas-bacterias están entrando en el centro de atención ofreciendo una solución natural y eficaz. En las aguas residuales, estos pequeños organismos absorben nutrientes mediante la fotosíntesis, mientras que las bacterias descomponen los contaminantes orgánicos, el resultado un agua más limpia que contribuye a un medio ambiente más saludable para todos.

**De los desechos a Productos biológicos valiosos.** Ahora, hablemos de convertir el desperdicio en algo verdaderamente valioso. Los consorcios de microalgas-bacterias no son sólo el equipo de limpieza de la naturaleza, también son biofábricas que producen productos biológicos de alto valor. Su rápido crecimiento y la biomasa rica en nutrientes abren la puerta a alternativas sostenibles como los biocombustibles, los biofertilizantes e incluso los piensos para animales que contienen nutrientes. Imaginen un mundo en el que los desechos no solo se eliminan, sino que se transforman en recursos que nos benefician a todos.

**Revolución de la Energía Verde:** Biocombustibles y más allá. Nuestra dependencia de fuentes de energía tradicionales es una preocupación para el medio ambiente. Los consorcios de microalgas y bacterias ofrecen una revolución energética ecológica al servir como fábricas de biocombustibles. El alto contenido de lípidos de las microalgas, impulsado por la colaboración bacteriana, proporciona una fuente prometedora de biocombustibles limpios y renovables. Esto no sólo satisface nuestras necesidades energéticas, sino que también reduce nuestra huella de carbono, contribuyendo a un futuro más sostenible.

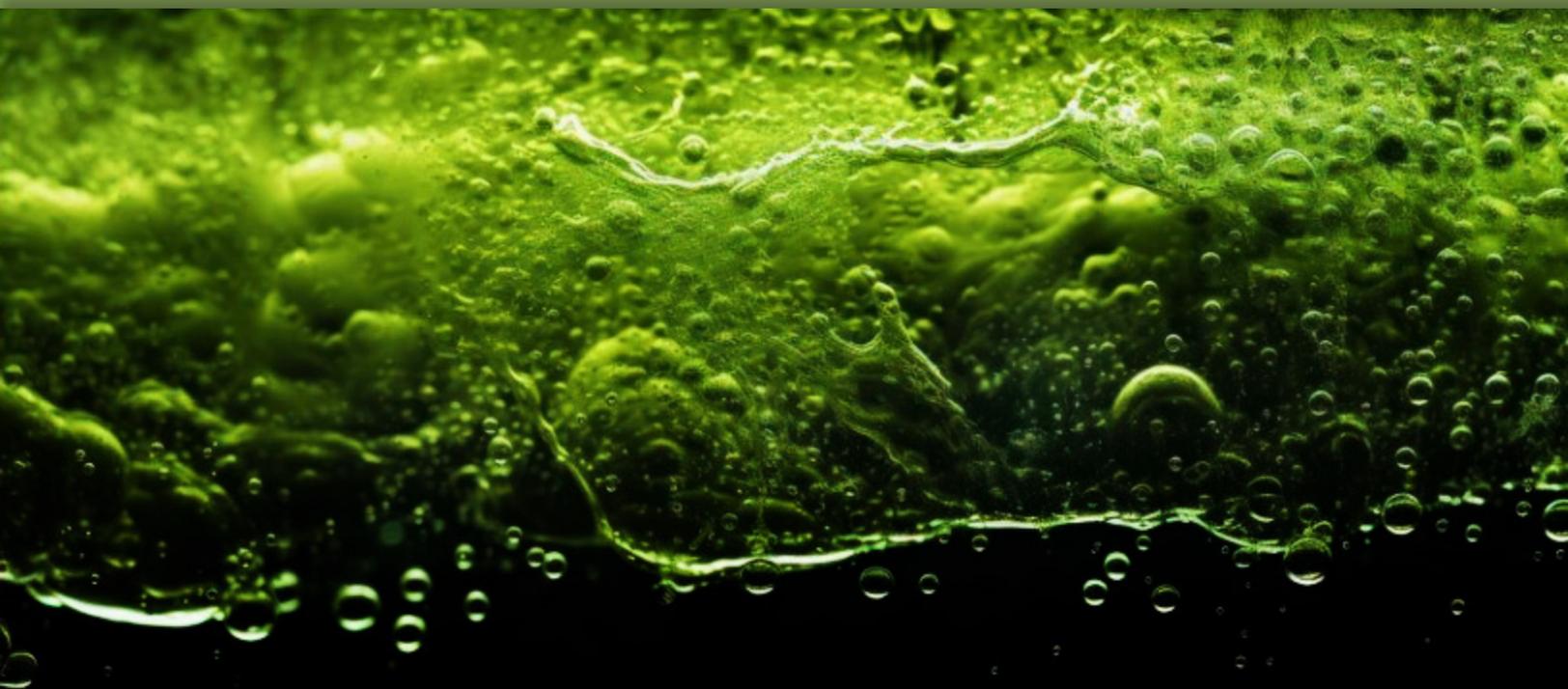
**Armonía Agrícola:** Biofertilizantes y alimentos ricos en nutrientes. Para aquellos con un pulgar verde, los consorcios microalgas-bacterias traen buenas noticias. La biomasa rica en nutrientes producida por estas asociaciones puede utilizarse para crear biofertilizantes, reduciendo la necesidad de productos químicos sintéticos en la agricultura. Además, como fuente de alimentos ricos en nutrientes, estos consorcios contribuyen a un ganado más sano y a una cadena alimentaria más sostenible.

**La tripulación de limpieza:** Bioremediación en acción. Los desastres ambientales y los paisajes contaminados son una realidad desafortunada. Sin embargo, los consorcios de microalgas y bacterias ofrecen un brillo de esperanza a través de la bioremediación. Su capacidad para adaptarse a diversos entornos y descomponer los contaminantes los convierte en una solución natu-

ral y rentable para la rehabilitación de sitios contaminados. Piense en ellos como el equipo de limpieza de la naturaleza, trabajando incansablemente para restaurar el equilibrio a los ecosistemas afectados por las actividades humanas.

**Retos:** un llamamiento a la acción. Si bien el potencial es inmenso, existen desafíos como la optimización de la composición de los consorcios y la garantía de la viabilidad económica. Sin embargo, en lugar de ver estos retos como obstáculos, deben considerarse oportunidades de acción colectiva. Como sociedad, podemos apoyar la investigación e innovación que desbloquee el pleno potencial de los consorcios de microalgas-bacterias, impulsándonos hacia un futuro más verde y sostenible.

**Conclusión:** Un horizonte verde brillante. A medida que navegamos por las complejidades del tratamiento de residuos y la búsqueda de productos biológicos valiosos, los consorcios de microalgas-bacterias surgen como héroes no mencionados. Sus aplicaciones potenciales se extienden mucho más allá del microscopio, tocando nuestras vidas de maneras que quizás aún no comprendamos plenamente. Al entender y defender estas alianzas microscópicas, preparamos el camino para un futuro en el que los desechos se transforman, la energía es sostenible y nuestro medio ambiente florece en armonía con la naturaleza. Juntos, abracemos las posibilidades de un horizonte verde brillante.





# El consumo energético en la Agricultura:

---

# DESAFÍOS Y

---

# OPORTUNIDADES

Guadalupe Gutiérrez Soto<sup>1</sup>, Iosvany López Sandin<sup>1\*</sup>

1.Biomolecular Innovation Group, Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. Francisco Villa S/N Col. ExHacienda El Canadá 66415, General Escobedo, N.L., México.\* Correspondencia/Correspondence: abelardo.chavezmn@uanl.edu.mx (A.C.-M.)

\*Correspondencia: iosvanyls@gmail.com

**L**a agricultura, desde sus orígenes, ha sido una actividad que ha demandado un consumo considerable de energía. Desde el arado de la tierra hasta la cosecha y el procesamiento de los alimentos, cada etapa del ciclo agrícola requiere un aporte energético significativo. En la era moderna, con la mecanización y la industrialización del sector agrícola, el consumo de energía ha aumentado aún más, lo que plantea importantes desafíos y oportunidades para la sostenibilidad y la eficiencia del sistema alimentario global.

Uno de los principales aspectos a considerar en el consumo energético en la agricultura es el uso de maquinaria y equipos agrícolas. Desde tractores y cosechadoras hasta sistemas de riego y almacenamiento, la maquinaria agrícola depende en gran medida de los combustibles fósiles para funcionar. Este consumo de energía no solo implica costos económicos significativos para los agricultores, sino que también contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero y al cambio climático.

Además de la maquinaria, el uso de insumos agrícolas, como fertilizantes y pesticidas, también conlleva un consumo energético importante. La fabricación, transporte y aplicación de estos insumos requiere grandes cantidades de energía, lo que aumenta la huella de carbono de la agricultura convencional. La transición hacia prácticas agrícolas más sostenibles, como la agricultura orgánica y el manejo integrado de plagas, puede reducir la dependencia de estos insumos y disminuir el consumo energético asociado. Otro aspecto relevante es el transporte y la distribución de



los productos agrícolas. El envío de alimentos desde las zonas de producción hasta los mercados y consumidores finales implica el uso de combustibles fósiles y genera emisiones de gases de efecto invernadero. La promoción de sistemas alimentarios más locales y regionales puede reducir la distancia de transporte y disminuir el impacto ambiental asociado.

Además de los desafíos, el consumo energético en la agricultura también presenta oportunidades para la innovación y la mejora. El desarrollo de tecnologías más eficientes, como tractores eléctricos y sistemas de riego inteligentes, puede reducir el consumo de energía y mejorar la productividad agrícola. Asimismo, la utilización de energías renovables, como la solar y la eólica, puede ayudar a descentralizar la producción de energía en el sector agrícola y reducir su dependencia de los combustibles fósiles.

## Estudios de Ciclo de Vida del Consumo de Energía en la Agricultura

Los Estudios de Ciclo de Vida (ECV) del consumo de energía en la agricultura son una herramienta esencial en la evaluación del impacto ambiental y energético de la producción agrícola. Estos estudios permiten analizar detalladamente el flujo de energía a lo largo de toda la cadena de producción agrícola, desde la preparación del suelo hasta la distribución de los productos agrícolas en el mercado.

El propósito principal de los ECV del consumo de energía en la agricultura es proporcionar una evaluación exhaustiva de la cantidad total de energía utilizada en la producción agrícola. Esto incluye tanto la energía directa, como los combustibles fósiles y la electricidad utilizada en las operaciones agrícolas, así como la energía indirecta incorporada en los insumos agrícolas, como los fertilizantes, la maquinaria y los pesticidas. Además de medir el consumo energético total, los ECV tienen como objetivo identificar las etapas específicas de la cadena de pro-



ducción agrícola que tienen un mayor consumo de energía. Esta información es crucial para que los agricultores y las empresas agroalimentarias puedan enfocar sus esfuerzos de mejora en las áreas más críticas y adoptar prácticas más eficientes desde el punto de vista energético. Otra función importante de los ECV es comparar diferentes sistemas de producción agrícola para determinar cuáles son más eficientes en términos de uso de energía. Esto puede ayudar a los agricultores a tomar decisiones informadas sobre qué prácticas agrícolas son más sostenibles desde el punto de vista energético y ambiental.



### Aplicaciones:

Los ECV del consumo de energía en la agricultura tienen una amplia gama de aplicaciones prácticas, entre las que se incluyen:

- Desarrollo de estrategias para la reducción del consumo energético: Los resultados de los ECV pueden ayudar a identificar oportunidades para mejorar la eficiencia energética en la agricultura, como la adopción de prácticas agrícolas sostenibles, el uso de energías renovables y la optimización del uso de maquinaria agrícola. En la figura 1 se muestra el ejemplo del entradas y salidas de energía del sistema de producción del sorgo dulce.
- Certificación de productos agrícolas: Los ECV pueden utilizarse para certificar productos agrícolas con un bajo consumo energético, lo que puede ser un factor importante para los consumidores que buscan productos sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.
- Toma de decisiones políticas: Los resultados de los ECV pueden proporcionar información valiosa a los gobiernos para la elaboración de políticas públicas que fomenten la agricultura sostenible y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en el sector agrícola.

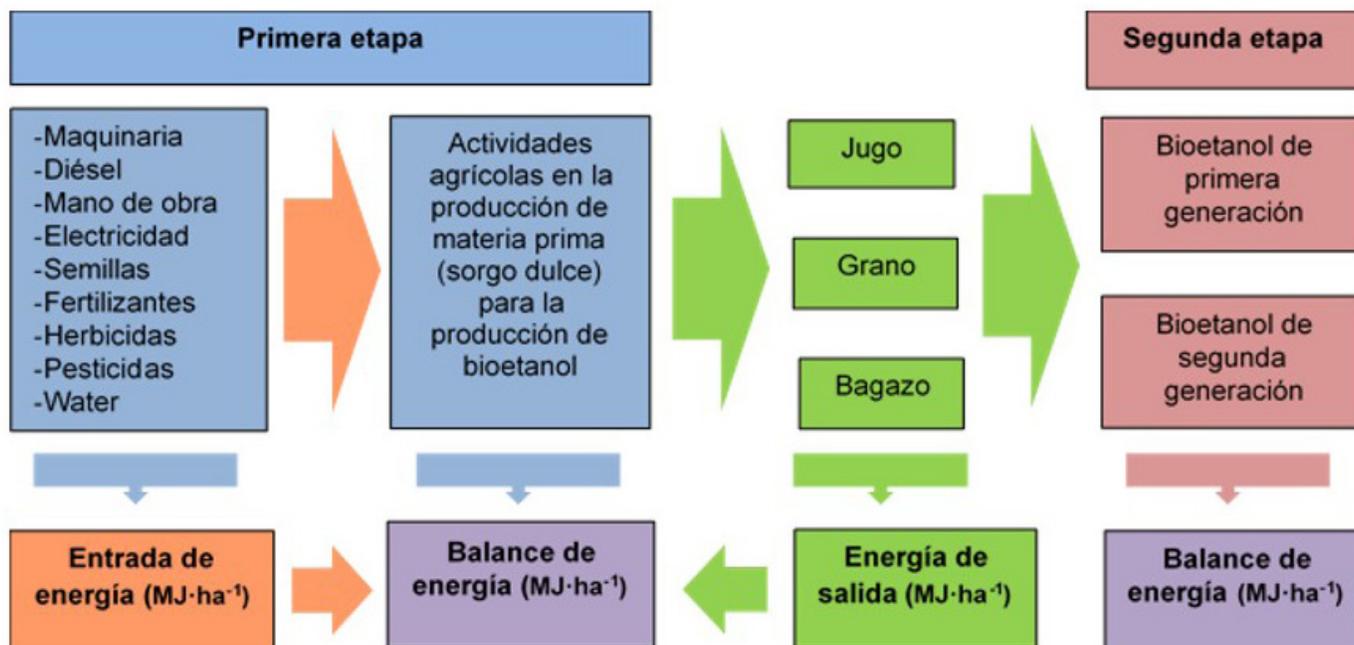


Figura 1. Diagrama de bloques de la producción de materia prima de sorgo dulce (primera etapa) y sus respectivas entradas y salidas de energía del sistema. Tomada de López Sandin, I. (2020). Evaluación del potencial de la variedad de sorgo dulce [*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH] “ROGER” en la obtención de bioetanol bajo diferentes sistemas de producción (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León)

## Conclusiones:

En conclusión, el consumo energético en la agricultura es un aspecto fundamental para considerar en la búsqueda de un sistema alimentario más sostenible y resiliente. Si bien presenta desafíos significativos, también ofrece oportunidades para la innovación y la mejora. La transición hacia prácticas agrícolas más sostenibles y el uso de tecnologías más eficientes son pasos clave para reducir el consumo de energía y mitigar el impacto ambiental de la agricultura en el futuro. En este sentido, los Estudios de Ciclo de Vida del consumo de energía en la agricultura son una herramienta poderosa para evaluar y mejorar la sostenibilidad y la eficiencia energética del sistema alimentario global. Al proporcionar una evaluación integral del uso de energía en la producción agrícola, además pueden ayudar a guiar la toma de decisiones informadas a nivel empresarial, político y de consumidor hacia un futuro más sostenible y resiliente.





Imagen Ilustrativa

# HISTORICAL DEVELOPMENT OF EXOPLANET DISCOVERIES

Miranda Ortiz Alonso<sup>1\*</sup>

Universidad Autónoma de Nuevo León. Francisco Villa S/N, Col. ExHacienda El Canadá 66415, General Escobedo, N.L., México.

\*Correspondencia: cmortiza@uanl.edu.mx

Since the discovery of the first planets outside our solar system in 1992 (around a pulsar) and in 1995 (around a main sequence star), this field has become one of the fastest growing in astronomy. (Schneider, 2011). A planet is an object orbiting a star that is massive enough to have assumed a nearly spherical shape and also to have cleared the protoplanetary disk in which it formed of dust and debris. These characteristics distinguish planets from dwarf planets, which do not have enough mass to clear the protoplanetary disk area. In 2001 (and modified in 2003), the International Astronomical Union (IAU) provisionally defined the term exoplanet.

According to its definition, planets outside the Solar System must orbit a star or stellar remnant (white dwarf or neutron star) and have a mass less than 14 times that of Jupiter. Because of their reduced mass, they do not reach temperatures and densities high enough in their interiors to fuse deuterium or any other chemical element. Therefore, they do not produce energy by nuclear fusion.

The first historical reference to exoplanets dates back to the 4th century BC, where Epicurus wrote a letter to Herodotus in which one of his paragraphs mentions: "There is an infinite number of worlds, some like ours, others different". As early as the 16th century AD, Giordano Bruno (1548-1600), an astronomer who supported the Copernican idea that the Earth and the other planets

revolved around the Sun argued that the fixed stars were similar to the Sun and that they were also accompanied by their own planets. Unfortunately, this claim was burned at the stake, and his death significantly delayed the scientific revolution.

Sir Isaac Newton (1643-1727) also considered the existence of other worlds. Cohen and Whitman in 1999 set out in their work entitled "The Principia: A New Translation and Guide" (modern translation of the masterpiece "Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica"), that Newton believed that stars must be suns with systems of planets similar to ours. Quotes about exoplanet detections and astrometry of the same have been going on since the 19th century. An outstanding quote concerns the binary star 70 Ophiuchi. In 1855, Captain W.S. Jacob at the Madras Observatory of the British East India Company, reported that orbital anomalies made

It is very likely that a planetary body existed in this binary system. In the 1890s, this hypothesis was strengthened at the University of Chicago and the United States Naval Observatory. In 1896 Thomas See declared that anomalies in the orbits of the stars proved the existence of a dark body in system 70 Ophiuchi, with an orbital period of 36 years around one of the stars in the binary system. However, all these conjectures and speculations about this exoplanet ended when it was shown in 1889



Imagen Ilustrativa

that a three-body system with these orbital parameters would be highly unstable.

In the middle of the 20th century, using astrometry again, dynamic analysis studies of Barnard's star, it was proposed that the star had two companions or Jupiter-type exoplanets orbiting it (Van de Kamp, 1969).

Currently, astronomers generally report that all initial reports of detection were inconclusive (Boss, 2009). This was the case until the early 1990s, when it was claimed that a planet orbiting a neutron star, also known as pulsar PSR 1829-10, had been discovered using the radio pulse time measurement method. This fact immediately received an intense attention. However, in January 1992, they themselves found errors in their calculations, which caused him to retract his discovery and publish it in the journal *Nature*.

On January 9, 1992, a planetary system orbiting the pulsar PSR B1257+12 (now called Lich, UAI, 2015) was discovered; such a system consisted of three low-mass objects orbiting the pulsar. These objects were the PSR exoplanets B1257+12b, PSR B1257+12c and PSR B1257+12d (Draug, Poltergeist and Phobetor respectively). In 1995, the first exoplanet orbiting a main sequence star was discovered at the Geneva Observatory, the star was 51 Pegasi (Mayor and Queloz, 1995) (Nobel Prize 2019). The planet was named 51 Pegasi b, has about half the mass of Jupiter, orbits its star in 4 Earth days, and is eight times closer to its star than Mercury is from the Sun. According to Rodríguez, L. F. (2015), most of the first exoplanets

discovered have a mass similar to that of Jupiter (6 times greater), but they orbit very close to their stars; therefore, they are very hot. These planets are called "hot Jupiters".

Astronomers were surprised by these "hot Jupiters," because according to the models, the giant planets should only form at great distances from the stars. Other types of planets have been found over types, and it is now clear that "hot Jupiters" are a minority of extrasolar planets (this was an observational bias, since they are easier to detect). In 1999, Upsilon Andromedae (Titawin, UAI, 2015) became the first main-sequence star known to have multiple planets (more than three planets).

Later in 2011, a group of Mexican astronomers, including Dr. Carlos Pech, discovered a fourth planet for this star. After the launch of NASA's Kepler Satellite in 2009, the discovery of exoplanets increased significantly. 95% of the exoplanets discovered were more smaller than Neptune, and four, including Kepler-296f, were less than two and a half times the size of the Earth, in addition to being located in the habitable zones of their parent stars. The first extrasolar planet found around a binary system, Kepler-16, which consists of two main-sequence stars, which it orbits the two stars with an orbital period of 228 days and its size is approximately that of Saturn.

Currently, at the moment of writing these lines (February 8, 2024), the number of confirmed exoplanets is 5618, this is according to the Extrasolar Planet Database Encyclopaedia.

...



**Revista de Ciencias Agroalimentarias y Biotecnología**  
**Revista de Divulgación Científica de la Facultad de Agronomía - UANL**  
Volumen 1 / Número 1 / Enero-Abril / 2024