



CIENCIAUANL

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

ENERO - FEBRERO 2026

AÑO 29, NÚMERO 135



Año 29,
Número 135
enero - febrero 2026

Una ciudad que entierra su futuro
Invasor que desafía la biodiversidad



Nanopartículas de cobre en
tomates injertados

Aceite de orégano como
antibiótico en rumiantes



Una publicación bimestral de la Universidad Autónoma de Nuevo León

Dr. Santos Guzmán López
Rector

Dr. Mario Alberto Garza Castillo
Secretario general

Mtro. Mario Emilio Gutiérrez Caballero
Abogado general

Dr. José Ignacio González Rojas
Secretario de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico

Dr. Guillermo Elizondo Riojas
Director CienciaUANL

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: Alejandro César Argueta Paz
Servicio social: Daniel Omar Muñoz Martínez

Auxiliar administrativo: Samantha Jaqueline Zavala Salas
Corrección: Luis Enrique Gómez Vanegas
Portada: Francisco Barragán Codina
Webmaster: Mayra Silva Almanza

CienciaUANL, Año 29, N° 135, enero-febrero de 2026. 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: 3061-8401, Licitud de Título y Contenido: 14914, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor; ISSN-E: 3061-841X. 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: 07 de enero de 2026, tiraje: 1,400 ejemplares. Fecha de última modificación: 07 de enero de 2026.

Esta publicación, en su integridad, y los derechos contenidos en ella, están protegidos por la Ley Federal de Derecho de Autor y la Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial, por lo que no podrá ser reproducida con fines comerciales sin autorización del editor. Asimismo, queda prohibido cualquier uso sobre esta publicación, sea total o parcial, con fines de entrenamiento de cualquier clase de inteligencia artificial, minería de datos y textos, incluyendo, pero no limitado, la generación o publicación de obras derivadas o contenidos basados total o parcialmente en esta publicación y cualquiera de sus partes pertenecientes a la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Dirección de Investigación. Las violaciones a estas disposiciones constituyen una infracción en materia de comercio, derechos de autor y un delito. Publicación indexada a LATINDEX, CUIDEN, PERIÓDICA, Actualidad Iberoamericana, Biblat.

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.

Impreso en México
Todos los derechos reservados
© Copyright 2026

CienciaUANL

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



***Ehrlichia canis*, bacteria transmitida por garrapatas: un riesgo para los perros en México**

Alondra González-Patiño, Rosa María Sánchez-Casas,
Jorge Jesús Rodríguez-Rojas

18

OPINIÓN



Una ciudad que entierra su futuro: la basura en Monterrey

Ever Efraín García-Balandrán, Alonso Albalade-Ramírez,
Pasiano Rivas-García

30

EJES



El langostino australiano (*Cherax quadricarinatus*) en la Sierra Gorda: un invasor que desafía la biodiversidad

Esmeralda Vega-Vázquez, Martín Jonatan Torres-Olvera,
Omar Yair Durán-Rodríguez

42

SECCIÓN ACADÉMICA

43

Nanopartículas de cobre y su efecto en el crecimiento y la clorofila de tomates injertados

Luis Eduardo Tamayo-Ruiz, Leandro Charão-Schwertner,
Andrés Adrián Urías-Salazar

50

Aceite esencial de orégano como alternativa a los antibióticos en rumiantes

Jocelyn Cyan López-Puga, Gustavo Sobrevilla-Hernández,
Jorge R. Kawas-Garza, Gerardo Méndez-Zamora

58

CIENCIA DE FRONTERA

Los paisajes de la biosfera, una perspectiva de la diversidad mexicana: el enfoque de Sergio Guevara Sada

María Josefa Santos-Corral

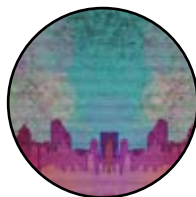


72

SUSTENTABILIDAD

La ciudad: clave para la sustentabilidad

Pedro César Cantú-Martínez



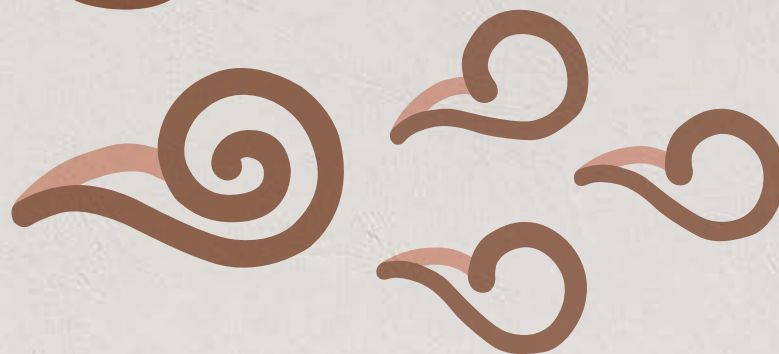
82

COLABORADORES



Editorial

El gozo de



EDITORIAL 135

Alejandra E. Arreola-Triana

En enero de este año se cumplen 50 años de que 35 países, incluyendo Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica y Ecuador, ratificaran que la cultura y la ciencia son un derecho humano universal. El artículo 15 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (que México firmó hasta 1981) establece que todas las personas tienen derecho a participar en la vida cultural y a gozar de los beneficios del progreso científico y de sus aplicaciones.

Disfrutar de las ventajas del avance científico y sus aplicaciones requiere, primero, contar con acceso a la ciencia. La comunidad científica precisa poder consultar no sólo publicaciones, sino datos, materiales, muestras, colecciones biológicas y demás acervos mediante iniciativas de ciencia abierta. Asimismo, es fundamental que la sociedad en general pueda ver de cerca los nuevos avances tecnológicos y el conocimiento científico.

Este acercamiento se hace posible a través de la comunicación pública de la ciencia –que incluye al periodismo, la divulgación y la educación en ciencia y tecnología–. Lo que se busca

con estos esfuerzos es una apropiación social, es decir, que la sociedad no sólo conozca los conceptos, sino que adopte actitudes científicas e incorpore este saber a sus hábitos de salud y sus actividades productivas y educativas (García-Cruz, 2019).

Pero en esta búsqueda de la apropiación del conocimiento, no debemos olvidar una palabra muy importante utilizada en el artículo 15: el gozo.

Una definición contemporánea de la comunicación de la ciencia nos dice que se trata de una tarea que busca despertar en el público cinco tipos de reacciones: familiaridad con los conceptos científicos, interés, formación de opiniones y actitudes, y entendimiento sobre los procesos de la ciencia y su rol en la sociedad. La quinta respuesta es el disfrute (Burns *et al.*, 2003).

Al estar enfocados en cumplir con requisitos, en ocasiones se nos olvida que la ciencia puede ser muy divertida –y su comunicación debe serlo también–. Y aunque algunos críticos vean en la divulgación “la manifestación más débil” de dicha comunicación (García-Cruz, 2019), la verdad es que todos los que nos dedicamos a

comunicar la ciencia

la ciencia lo hacemos porque en algún momento de nuestras vidas ésta se nos presentó como algo asombroso, mágico o fascinante.

Gozar de los beneficios de la ciencia va más allá del provecho para la salud y el ambiente. También incluye disfrutarla y apreciarla pues es "una de las actividades más creativas de la mente moderna" (Thomas y Durant, 1987). La divulgación de la ciencia, al crear actitudes positivas, puede ser el tapete de bienvenida en el camino a la apropiación social del conocimiento. El interés, la curiosidad, la motivación por aprender y el gozo que despierta esa conferencia, ese artículo, o esa visita al museo podría durar para toda la vida.

REFERENCIAS

Burns, T., O'Connor, J., Stocklmayer, S. (2003). Science Communication: A Contemporary Definition, *Public Understanding of Science*, 12, 183-202, <https://doi.org/10.1177/09636625030122004>
García-Cruz, Juan C. (2019). La comunicación de la ciencia y la tecnología como herramienta para la apropiación social del conocimiento y la innovación, *Journal of Science Communication América Latina*, 2(1), Y02, <https://doi.org/10.22323/3.02010402>

Thomas, Geoffrey, y Durant, John. (1987). Why should we promote the public understanding of science? *Scientific Literacy Papers: A Journal of Research in Science, Education and Research*, 1-14, https://ocw.mit.edu/courses/sts-014-principles-and-practice-of-science-communication-spring-2006/9a2dfa5e9d69b2c0bd06b-38606827f1c_durant_promote.pdf

Descarga aquí nuestra versión digital.





Ciencia y sociedad

Ehrlichia canis,

bacteria transmitida por garrapatas: un riesgo para los perros en México

Alondra González-Patiño*
ORCID: 0009-0003-9254-7037

Rosa María Sánchez-Casas*
ORCID: 0000-0002-2626-7227

Jorge Jesús Rodríguez-Rojas*
ORCID: 0000-0002-4807-51461

<https://doi.org/10.29105/cienciauanl28.135-1>

En las últimas décadas, las variaciones en el ambiente debidas al calentamiento global, la degradación forestal, el cambio del uso del suelo, el aumento exponencial de la población humana y el transporte frecuente de animales de compañía de un lugar a otro, han modificado y mejorado los patrones de contagio de los patógenos por vectores en todo el mundo, ya que algunos de los componentes de los ciclos de propagación de enfermedades transmitidas de esta manera están ligados al clima.

Por ejemplo, muchos artrópodos que se alimentan de sangre, como las garrapatas, pasan la mayor parte de su vida en el medio ambiente y su desarrollo, supervivencia y dinámica poblacional dependen de diversos factores, incluida la disponibilidad de huéspedes, la cobertura vegetal y el entorno. El cambio climático puede incidir en la distribución y densidad de dichos ectoparásitos hematófagos, así como en el riesgo de transmisión

*** Universidad Autónoma de Nuevo León, General Escobedo, México.**
Contacto: alondra.gonzalezptn@gmail.com, rosa.sanchezcass@uanl.edu.mx,
jorge.rodriquezr@uanl.mx

de patógenos por garrapatas a los humanos. Otros patrones que influyen en esta transmisión son el movimiento de las personas y sus mascotas, la deforestación, la urbanización y el uso de la tierra (Dantas-Torres *et al.*, 2015).

La mayoría de las personas que tiene animales de compañía sabe que los ixódidos son peligrosos, pero ¿se conoce realmente qué pueden ocasionar? Diversas enfermedades están asociadas a su presencia en los perros. Con una prevalencia en el sur de México de 44%, y del 21 al 49% en el noroeste (Salinas-Meléndez *et al.* 2015), la ehrlichiosis monocítica canina es una de las más comunes, causada por la especie *Ehrlichia canis* (bacteria intracelular obligada Gram negativa), la cual, dependiendo la gravedad, puede cursar en forma subclínica, aguda o crónica (Aziz *et al.*, 2022). Presenta varios signos clínicos: depresión, letargo, anorexia, pérdida de peso y tendencias hemorrágicas. El examen físico también revela linfadenomegalia y esplenomegalia. Es un padecimiento de importancia mundial en la práctica con especies pequeñas, por ello se han desarrollado diversos métodos de diagnóstico, incluidas técnicas moleculares y serológicas (Lira-Amaya *et al.*, 2023).

Otras bacterias de interés en la salud animal y humana son *Ehrlichia ewingii* y *Ehrlichia chaffeensis*, que causan la ehrlichiosis granulocítica canina y ehrlichiosis monocítica humana, respectivamente (Ramakant *et al.*, 2020), se puede presentar coinfección con estos agentes y otros patógenos transmitidos por garrapatas.

En 1935, Donatien y Lestoquard, del Instituto Pasteur de Argelia, visualizaron, en monocitos de perros febriles y con anemia, organismos semejantes a rickettsias, por lo que se clasificó como *Rickettsia canis*. En 1945, Moshovski la reclasificó como *Ehrlichia canis*, en honor al bacteriólogo alemán Paul Ehrlich (Gutiérrez *et al.*, 2016).

Desde su descubrimiento se han reportado casos entre caninos y otros miembros de la familia Canidae (zorros, coyotes y chacales, considerados reservorios naturales del agente) en todo el mundo. La bacteria necesita de un mamífero en el cual vivir y de los ixódidos para transmitirla, específicamente la garrapata café del perro (complejo de *Rhipicephalus sanguineus*) (figura 1), aunque también *Dermacentor variabilis* puede jugar un papel importante (Jiménez-Avendaño *et al.*, 2017).

El ciclo comienza cuando *E. canis* es ingerida por la garrapata, ya sea que esté en la fase larva, ninfa o adulto (Jiménez-Celis, 2018). Los ectoparásitos infectados muerden (piezas bucales con un par de quelíceros, dos palpos segmentados y el hipostoma con dientes) (López-Grimaldo *et al.*, 2024) a un animal sano, ingieren sangre y sus secreciones salivales contaminan el sitio donde se alimenta (Gutiérrez *et al.*, 2016).

La saliva de la garrapata contiene una variedad de sustancias anticoagulantes y antiinflamatorias que ayudan a la adquisición y contagio del patógeno, éstos entran al torrente sanguíneo del huésped y se multiplican por fisión binaria en linfocitos y monocitos/macrófagos hasta formar las mórulas. Después de la desintegración de estas, se liberan nuevos cuerpos elementales que invaden otras células sanguíneas (Gutiérrez *et al.*, 2016).

La infección al interior del animal se disemina vía sanguínea o linfática en las plaquetas, monocitos y granulocitos, llegando a otros órganos: hígado, bazo, médula ósea y ganglios linfáticos (Gutiérrez *et al.*, 2016) (figura 2). Se sabe que una vez que la garrapata ingiere sangre contaminada, puede transmitir al patógeno hasta 155 días después (Gutiérrez *et al.*, 2016).



Figura 1. Garrapatas cafés del perro (*Rhipicephalus sanguineus*). De izquierda a derecha: huevo, larva, ninfa y adultos macho y hembra (imagen: Jorge Jesús Rodríguez Rojas).

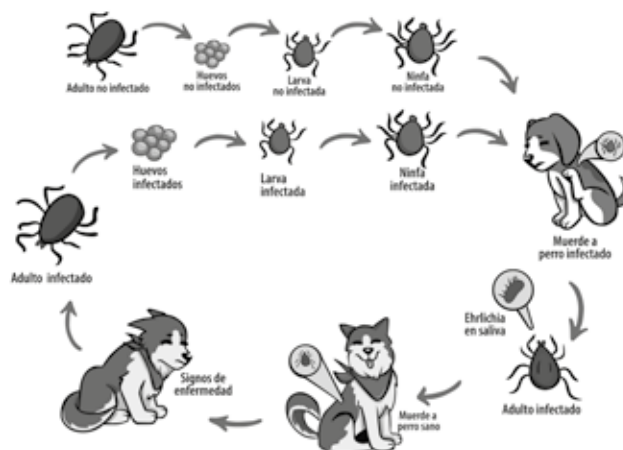


Figura 2. Ciclo de transmisión de *E. canis* en perros y garrapatas (imagen: Cynthia Alejandra Garza Guevara).

SIGNOLOGÍA DE LA ENFERMEDAD

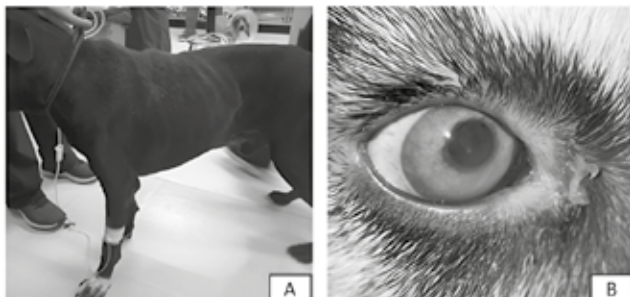


Figura 3. Signología de la ehrlichiosis monocítica canina. A) Canino con pérdida de peso. B) Canino con signo ocular (uveítis) (imagen: Salvador de Luna).

Se presenta en los perros de diferente forma según la fase (aguda, subclínica y crónica) en la que se encuentre la infección, siendo los más frecuentes: fiebre, anemia, vómitos, depresión, pérdida de peso, debilidad general, hemorragia nasal o epistaxis, dificultad al respirar, signos neurológicos y oculares (Espino-Solís *et al.*, 2023) (figura 3).

PRUEBAS DE DIAGNÓSTICO

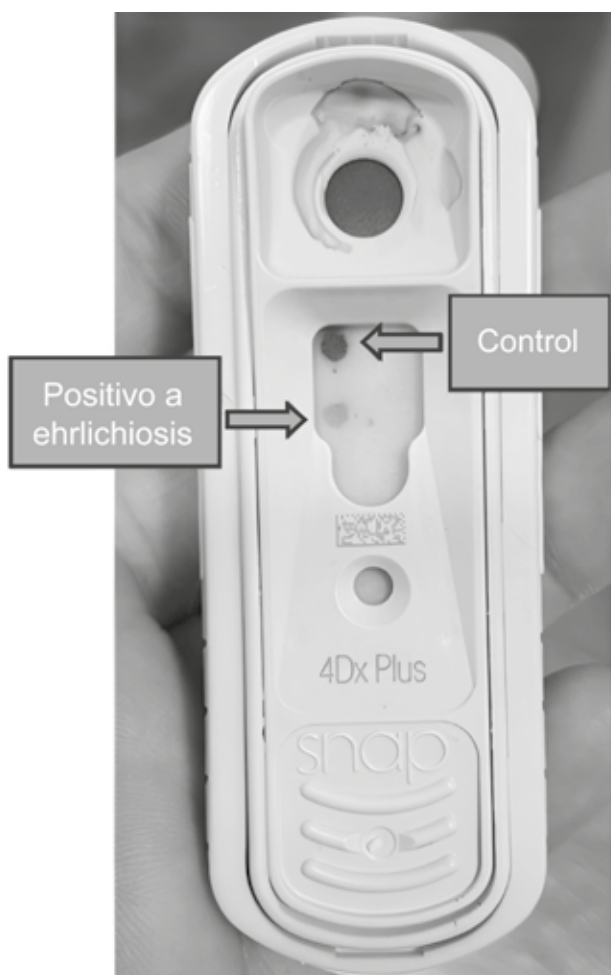


Figura 4. Prueba SNAP 4Dx (IDEXX labs, Inc. EE UU) positiva a ehrlichiosis canina.

Dependiendo la severidad del caso, el pronóstico es distinto, incluso puede ser mortal (Espino-Solís *et al.*, 2023). En la actualidad existen diferentes pruebas para la detección de anticuerpos (figura 4), en los exámenes de sangre se sugiere complementar con frotis sanguíneo, según el criterio del médico veterinario, ya sea con *test* serológicos comerciales o con técnicas moleculares.

En ese sentido, en un estudio realizado, los resultados relacionados con hemograma y análisis bioquímico, en un total de 156 perros seropositivos, arrojaron trombocitopenia en 96.79% de los casos y anemia en el 75.64% (el tipo más frecuente fue la normocrómica normocítica con 78%). Otros parámetros fueron hipoalbuminemia (60.39%), uremia (43%), AST elevada (40.65%), ALP elevada (35.95%), hipoglobulinemia (33.30%), ALT elevada (31.17%) e hiperbilirrubinemia (28.1%) (Espino-Solís *et al.*, 2023).

CASOS DE EHRLICHIOSIS CANINA Y LA DISTRIBUCIÓN DEL VECTOR EN MÉXICO

La presencia de *E. canis* en México se descubrió en 1996, y en 2003 se obtuvo una seroprevalencia de 33.1% a nivel nacional, donde se obtuvieron muestras sanguíneas de perros de 25 estados y la capital de la república mexicana ($n = 2,395$), los casos positivos fueron 793 (Núñez-Ochoa, 2003).

Estudios moleculares con prueba de reacción en cadena de la polimerasa (RCP) han reportado infección en canes con tasas del 10% en la región de La Comarca Lagunera (Almazán *et al.*, 2016); entre 29.2 y 38.4% en Yucatán (Ojeda-Chi *et al.*, 2019); 26.8% en Tamaulipas (Merino-Charrez *et al.*, 2021); 41.4% en Ciudad Altamirano, Guerrero; 14-53.6% en Ciudad Juárez, Chihuahua, y hasta el 55% en Cuautla, Morelos (Beristain-Ruiz *et al.*, 2022).

En el último estudio se reportaron casos positivos a *Ehrlichia* spp. en el suroeste (67.2%), sureste (51.3%), noroeste (43.7%), oeste y noreste (33.2% y 29.8%, respectivamente), este (15.3%), centro-sur y norte de nuestro país (7.7% y 7.2%, respectivamente) (Bedoya *et al.*, 2023) (figura 5).

En cuanto al vector principal, la garrapata café del perro tiene una distribución mundial, la cual es más extensa en las regiones cálidas. En México se ha reportado su presencia en Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2023).

TRATAMIENTO Y PREVENCIÓN

En cuanto al tratamiento, la mayoría de las veces se trata con fármacos de la familia de las tetraciclinas (clortetraciclina, oxitetraciclina, minociclina y doxiciclina), macrólidos (azitromicina), fluoroquinolonas (enrofloxacina), cloranfenicol, rifampicina y dipropionato de imidocarb. Con excepción de las tetraciclinas y el cloranfenicol, los demás agentes no han tenido resultados favorables. El consenso de la Facultad Americana de Medicina Interna Veterinaria (ACVIM, por sus siglas en inglés) recomienda doxiciclina a una dosis de 10 mg/kg vía oral cada 24 horas durante 28 días, una alternativa es aplicarla por vía intravenosa

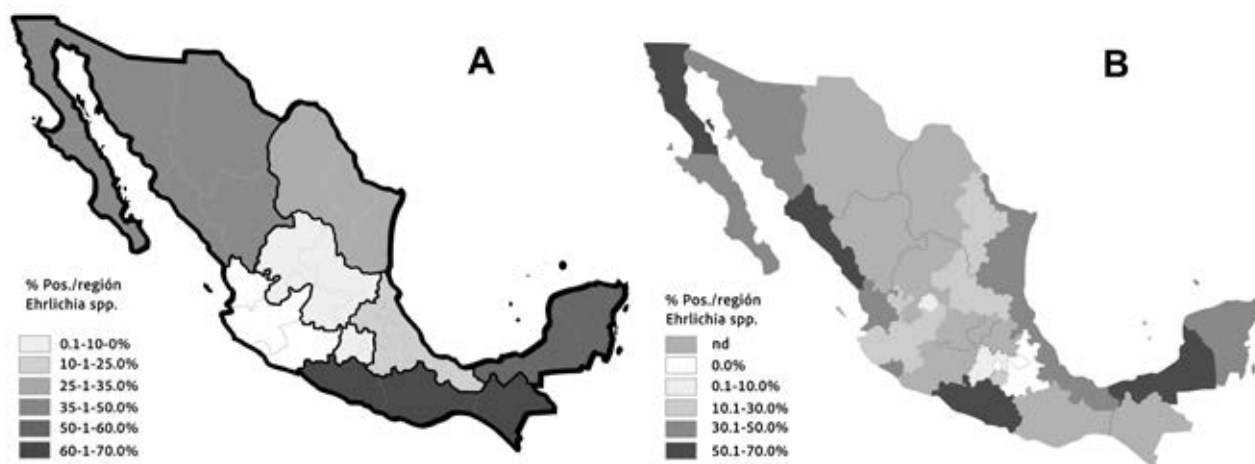


Figura 5. Casos de *Ehrlichia* spp. en perros agrupados según el porcentaje de pruebas positivas por región (A) y estado (B) (imagen tomada de Bedoya *et al.*, 2023).

REFERENCIAS

(Gutiérrez *et al.*, 2016). El tratamiento tendrá mejor efecto si la enfermedad se detecta a tiempo (Jiménez-Avendaño *et al.*, 2017).

En la actualidad no se dispone de una vacuna, por lo que el uso de ectoparasiticidas o repelentes como el fluralaner con isoxazolina resultan buena opción para la prevención de insectos, ácaros y parásitos. Esta superó al dieldrín y al fipronil contra pulgas de gato (*Ctenocephalides felis*), hembras adultas de garrapata del ganado (*R. microplus*), de garrapata café del perro (*Rhipicephalus sanguineus*) y ninfas de *Ornithodoros moubata* (Gasel *et al.*, 2014).

Este padecimiento constituye un problema en la medicina veterinaria, se considera una zoonosis y es de gran relevancia en la salud humana (Gutiérrez *et al.*, 2016), motivo por el cual es importante visitar al especialista ante el primer signo de sospecha, con el fin de obtener el tratamiento indicado para nuestra mascota. La ehrlichiosis puede presentarse en perros de cualquier raza, sexo y edad, por lo que se recomiendan medidas preventivas (usar repelentes junto con ectoparasiticidas y, en casos necesarios, una aplicación de acaricidas en el hogar).

Asimismo, un control de exámenes sanguíneos anual o semestral, según lo indique el veterinario, de nuestros caninos, ya sea que presenten signos o no, sobre todo en zonas del norte, costeras y del sureste del país. Se debe fomentar la información acerca de estos temas de salud pública y animal.

Almazán, Consuelo, González-Álvarez, Vicente H., Fernández de Mera, Isabel G., *et al.* (2016). Molecular identification and characterization of *Anaplasma platys* and *Ehrlichia canis* in dogs in México, *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 7(2), 276-283.

Aziz, Muhammad U., Hussain, Sabir, Song, Baolin, *et al.* (2022). Ehrlichiosis in dogs: A comprehensive review about the pathogen and its vectors with emphasis on south and east Asian countries, *Veterinary Sciences*, 10(1), 21, <https://doi.org/10.3390/vetsci10010021>

Bedoya, Felipe, Beugnet, Frederic, Tobías, Emilia, *et al.* (2023). Geographical analysis of seroprevalence of *Ehrlichia* spp., *Anaplasma* spp., *Borrelia burgdorferi* and *Dirofilaria immitis*, in clinics and dog shelters in different Mexican states, *Current Research in Parasitology & Vector-Borne Diseases*, 3, 100112, <https://doi.org/10.1016/j.crpvbd.2022.100112>

Beristain-Ruiz, Diana M., Garza-Hernández, Javier A., Figueroa-Millán, Julio. V., *et al.* (2022). Possible association between selected tick-borne pathogen prevalence and *Rhipicephalus sanguineus* sensu lato infestation in dogs from Juárez City (Chihuahua), Northwest México-US Border, *Pathogens*, 11(5), 552.

Dantas-Torres, F. (2015). Climate change, biodiversity, ticks, and tick-borne diseases: The butterfly effect, *International Journal for Parasitology: parasites and wildlife*, 4(3), 452-461.

Espino-Solís, Gerardo P., Flores-Lira, Erika A., Barreras-Serrano, Alberto, *et al.* (2023). Clinical

and pathological factors associated with *Ehrlichia canis* in companion dogs, *The Journal of Infection in Developing Countries*, 17(11), 1598-1605.

Gassel, Michael, Wolf, Christian, Noack, Sandra, *et al.* (2014). The novel isoxazoline ectoparasiticide fluralaner: Selective inhibition of arthropod γ -aminobutyric acid- and l-glutamate-gated chloride channels and insecticidal/acaricidal activity, *Insect Biochemistry And Molecular Biology*, 45, 111-124, <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2013.11.009>

Gutiérrez, Clara N., Pérez-Yabarra, Luis, Agrela, Irma F. (2016). Ehrlichiosis canina, *Saber*, 28(4), 641-665, <https://www.redalyc.org/journal/4277/427751143001/html/>

Jiménez-Avendaño, Leidy P., Cala-Centeno, Fernando A., Albarracín-Navas, Javier H., *et al.* (2017). La ehrlichiosis canina: *Ehrlichia canis* (caso clínico), *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(8), 1-9, <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63652581007>

Jiménez-Celis, José W. (2018). *Actualización epidemiológica de hemoparásitos y sus efectos clínicos en animales de compañía* (tesis licenciatura), Universidad Cooperativa de Colombia, <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/0b93d374-0a28-416f-adca-e6ba53d34668/content>

Lira-Amaya, Juan J., Beristain-Ruiz, Diana M., Racanco-Delgado, Jesús, *et al.* (2023). Molecular Detection and Characterization of *Ehrlichia canis* Isolates from Three Geographic Regions in México: A Retrospective Study, *Life*, 13, 1629, <https://doi.org/10.3390/life13081629>

López-Grimaldo, Magda C., Rodríguez-Rojas, Jorge J., Sánchez-Casas, Rosa M. (2024). Garrapata café del perro: el huésped de tu mascota no deseado, *Biología y Sociedad*, 7(13), 38-47, <https://doi.org/10.29105/bys7.13-104>

Merino-Charrez, Octavio, Badillo-Moreno, Valeria, Loredó-Osti, Jorge, *et al.* (2021). Molecular detection of *Ehrlichia canis* and *Anaplasma phagocytophilum* and hematological changes of infected dogs, *Abanico Veterinario*, 11.

Núñez-Ochoa, Luis. (2003). Estudio de la seroprevalencia de *Ehrlichia canis* en México, *Revista AMMVEPE*, 14(3), 83-85, <https://biblat.unam.mx/en/revista/revista-ammvepe/articulo/estudio-de-la-seroprevalencia-de-ehrlichia-canis-en-mexico>

Ojeda-Chi, Melina M., Rodríguez-Vivas, Roger I., Esteve-Gasent, María D., *et al.* (2019). *Ehrlichia canis* in dogs of México: Prevalence, incidence, co-infection and factors associated, *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 67, 101351.

Ramakant, Rajesh K., Verma, H.C., Diwakar, R.P. (2020). Canine ehrlichiosis: A review. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(2), 1849-1852.

Rodríguez-Vivas, Roger I., Flota-Burgos, Gabriela J., Bolio-González, Manuel E., *et al.* (2023). La garrapata café del perro, *Rhipicephalus sanguineus*: biología y control, *Vanguardia Veterinaria*, 10-16, www.vanguardiaveterinaria.com.mx/_files/ugd/d5d8b6_3baf217e4ce4410196ef3f85be495c8c.pdf?index=true

Salinas-Meléndez, J.A., Cantú-Martínez, M.A., Wong-González, A., *et al.* (2015). Seroprevalence of *Ehrlichia canis* in dogs from Monterrey, México, *African Journal Of Microbiology Research*, 9(35), 1974-1977, <https://doi.org/10.5897/ajmr2015.7629>

Recibido: 13/02/2024
Aceptado: 03/10/2025

Descarga aquí nuestra versión digital.



***Ehrlichia canis*, bacteria transmitida por garrapatas: un riesgo para los perros en México**

Resumen

Este artículo tiene el propósito de informar sobre la bacteria *Ehrlichia canis*, que provoca una enfermedad llamada ehrlichiosis canina, común en perros con garrapatas. Actualmente, casi todas las familias tienen al menos un perro, de ahí la necesidad de comunicar y explicar a la sociedad la función de la garrapata y la bacteria en una enfermedad que es más común de lo que se cree, además de la distribución, transmisión, así como los signos más comunes y cómo prevenirla. De esta manera las personas pueden identificar la presencia de la garrapata en sus mascotas y visitar al veterinario.

Palabras clave: caninos, ehrlichiosis canina, garrapata café del perro, *Ehrlichia*, *Rhipicephalus sanguineus*.

***Ehrlichia canis*, a tick-borne bacterium: a risk for dogs in Mexico**

Abstract

This article intends to inform about the bacteria *Ehrlichia canis*, which causes a disease called ehrlichiosis, common in tick-afflicted dogs. Currently, almost all families have at least one dog, hence the need to communicate and explain to society about this disease, which is more common than it's believed, as well as its distribution, transmission, and also its most common signs and prevention. This way, people can identify the presence of the tick on their pets and pay a visit to the veterinarian.

Keywords: canines, canine ehrlichiosis, brown dog tick, *Ehrlichia*, *Rhipicephalus sanguineus*.





Una ciudad que la basura en

Ever Efraín García-Balandrán*
ORCID: 0009-0000-7124-0851

Alonso Albalate-Ramírez*
ORCID: 0000-0002-6467-6937

Pasiano Rivas-García*
ORCID: 0000-0003-3421-5272

<https://doi.org/10.29105/cienciauanl28.135-2>

* Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, México.
Contacto: ever.garciab@uanl.edu.mx, alonso.albalatera@uanl.edu.mx,
pasiano.rivasgr@uanl.edu.mx



entierra su futuro: Monterrey

UNA CIUDAD QUE CRECE... Y TAMBIÉN SU BASURA

El Área Metropolitana de Monterrey (AMM) es la segunda zona más poblada de México, con más de 5.3 millones de habitantes según el Censo de Población y Vivienda 2020 del Inegi. Este crecimiento se ha hecho acompañar por un incremento sostenido en la generación de residuos sólidos urbanos (RSU). En 1990, el AMM producía aproximadamente 800 mil toneladas de RSU al año; en 2020, la cifra se elevó a más de 1.75 millones de toneladas. Hoy, cada regiomontano deshecha en promedio 1.05 kilogramos de RSU al día, según datos reportados por la Semarnat en el *Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos*. Esta tendencia ascendente está directamente ligada al aumento en el consumo, la urbanización, la actividad económica y a la falta de esquemas de administración sostenibles. A lo largo de los años, mientras la ciudad crece, la generación de desechos también (figura 1), y al mismo tiempo lo hace el reto de manejarlos adecuadamente.

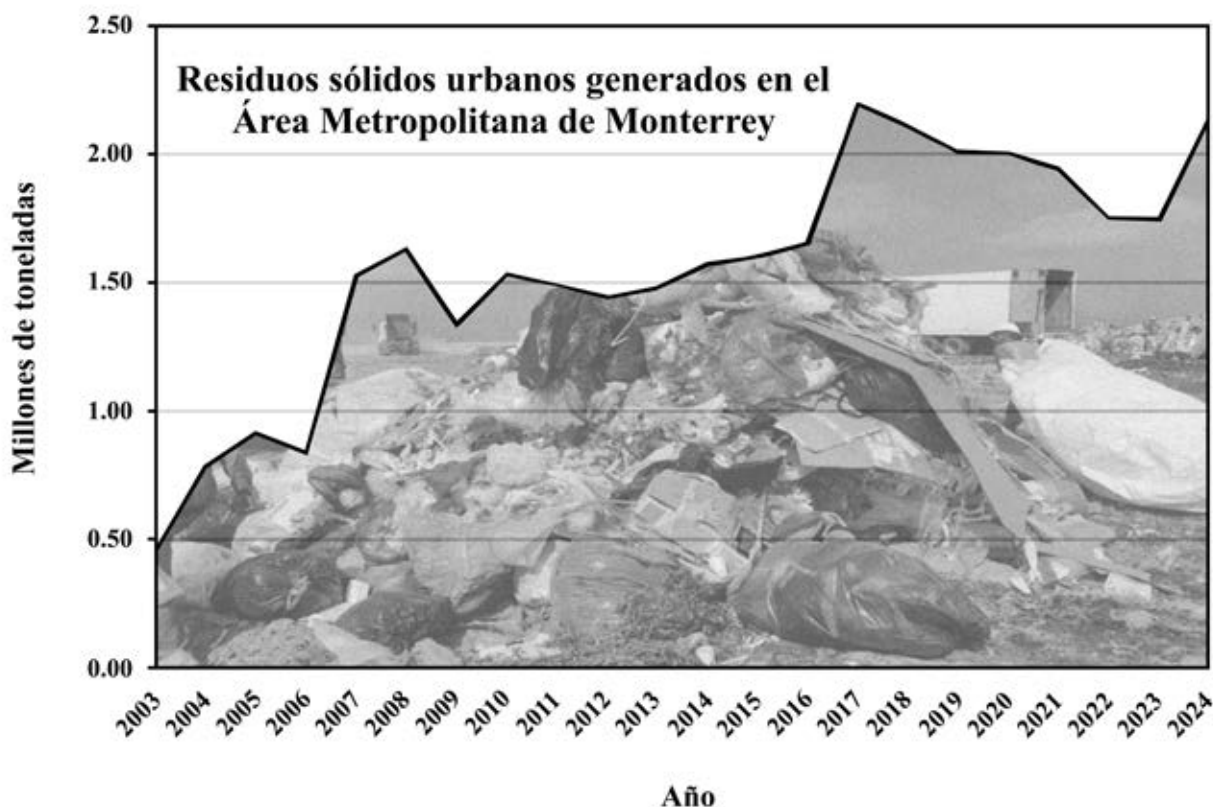


Figura 1. Generación de residuos sólidos urbanos en el Área Metropolitana de Monterrey (gráfica realizada con datos del Gobierno de Nuevo León (2016) e informes anuales del Simeprode, disponibles en la Plataforma Nacional de Transparencia).

¿A DÓNDE VAN TODOS NUESTROS DESECHOS?

En la actualidad, casi todos los RSU generados en el AMM son recolectados y enviados al sitio de disposición final (SDF) operado por el Sistema Integral para el Manejo Ecológico y Procesamiento de Desechos (Simeprode), un organismo público descentralizado del Gobierno de Nuevo León. En sus instalaciones se encuentra una planta de separación, otra de generación de energía eléctrica a partir del biogás liberado por los residuos y un relleno sanitario. Aunque existen esfuerzos por recuperar materiales reutilizables: papel, plástico, vidrio o metales, sólo alrededor del 14% de los RSU que ingresan al sitio son apartados para reciclaje. El resto, más de 4,000 toneladas diarias, son confinadas en el relleno sanitario. La figura 2 muestra la ubicación geográfica, dentro del AMM, del SDF de Simeprode, así como del relleno sanitario privado operado por la empresa Red Ambiental®, encargada de la gestión de residuos de manejo especial.

¿POR QUÉ YA NO ES SUFICIENTE ENTERRARLA?

El modelo de confinamiento tiene importantes implicaciones económicas, ambientales y sociales. Aunque los costos de gestión de los RSU son muy variables en todo el territorio mexicano, disponer una tonelada de RSU en un relleno sanitario cuesta aproximadamente \$122 MXN, sumado a otros \$434 MXN por recolección y transporte. Además, esta práctica emite gases de efecto invernadero, principalmente metano (CH_4), con un potencial de calentamiento global 28 veces mayor que el dióxido de carbono (CO_2). El SDF de Simeprode cuenta con un sistema de captura de biogás, en el cual se estima una eficiencia que difícilmente supera el 60%.

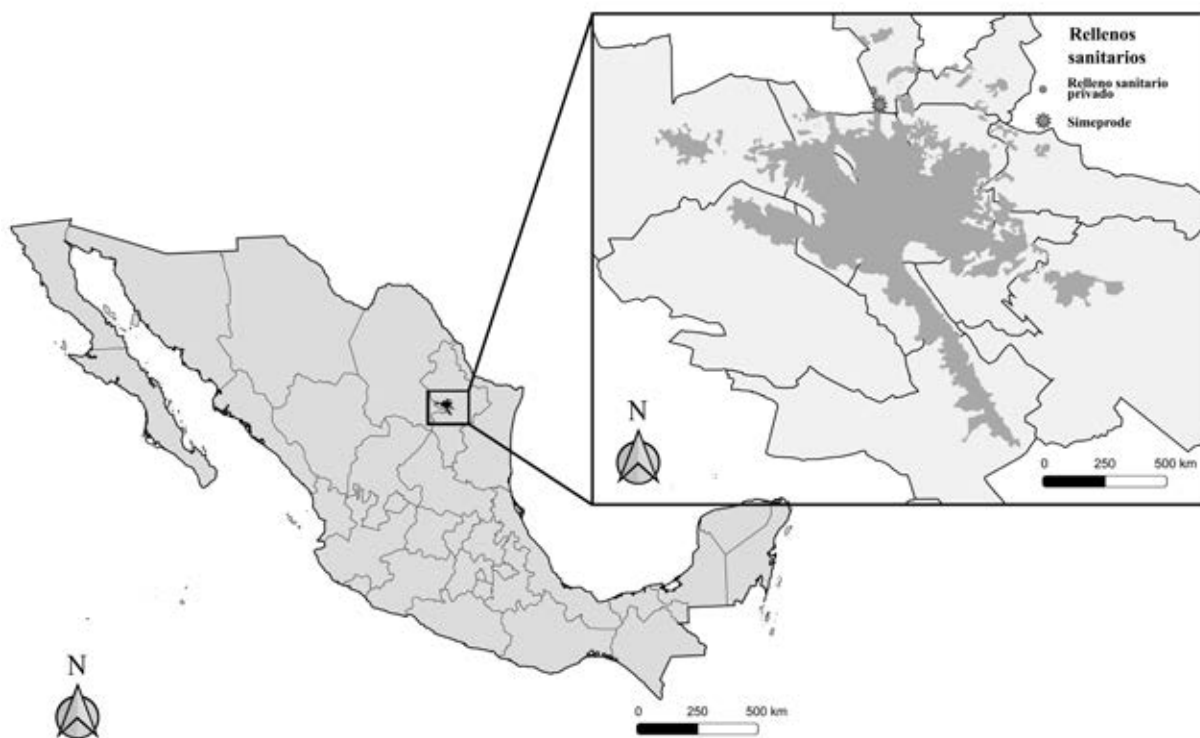


Figura 2. Ubicación geográfica de los rellenos sanitarios en el Área Metropolitana de Monterrey.

Más allá del impacto ambiental, la situación también plantea un serio problema geográfico y social. En 1990, el relleno sanitario se encontraba a casi diez kilómetros del límite urbano, hoy está a menos de dos. La NOM-083-SEMARNAT-2003 establece que, en localidades mayores de 2,500 habitantes, el sitio de disposición final no debe ubicarse a una distancia inferior a 500 m del lindero de la traza metropolitana existente o proyectada en el plan de desarrollo. Sin embargo, el crecimiento desordenado de la ciudad ha hecho que asentamientos humanos e incluso escuelas se encuentren hoy en la periferia del SDF. Vivir en las inmediaciones de la basura de toda la urbe significa enfrentar impactos negativos que van desde malos olores y contaminación del aire y agua, hasta un incremento en enfermedades respiratorias y una disminución considerable del valor de las viviendas. Esta situación evidencia la necesidad urgente de repensar el modelo de gestión de residuos.

RECICLAR ES BUENO, PERO NO BASTA: DE DESECHO A RECURSO

El reciclaje permite recuperar elementos valiosos, reducir la extracción de materias primas y disminuir la generación de desperdicios. Sin embargo, no todos los desechos son reusables: algunos están demasiado contaminados, para otros no hay mercado o tecnología disponible que ayude a su empleo. Por eso, es fundamental complementar con estrategias de valorización (Albalade-Ramírez *et al.*, 2024).

La fracción inorgánica de los RSU que no son reciclados podría convertirse en combustible derivado de residuos (CDR), el cual tiene gran potencial de ser aprovechado por industrias como la cementera y siderúrgica, coadyuvando a la disminución del uso de fuentes de energía basadas en carburantes fósiles. Estos procedimientos reducen hasta en un 30% las emisiones de gases de efecto invernadero de la producción de cemento (principalmente CO₂). Asimismo, la fracción orgánica,

compuesta por restos de comida y vegetales, puede ser explotada a través de diversos procesos, por ejemplo, la digestión anaerobia, cuyos resultados son liberación de biogás (una fuente de energía limpia) mediante bioconversión con larvas de insectos (por ejemplo, la mosca soldado negro) y proteína que sirve de alimento animal. El compostaje y lombricompostaje representan otras alternativas ampliamente utilizadas para el tratamiento de la fracción orgánica de los desechos, pues sus derivados son empleados como mejoradores de suelo (Adetunji *et al.*, 2023).

Estas estrategias disminuyen la cantidad de residuos enviados a relleno, generan valor económico y contribuyen a mitigar el cambio climático.

¡LLEGÓ LA HORA DE CAMBIAR EL MODELO!

El modelo actual “lineal”, basado en “usar y tirar”, ha demostrado ser insostenible. Necesitamos migrar hacia una “economía circular” que reduzca, reutilice, recicle y valore los residuos, reintegrándolos a los ciclos productivos. Si se quiere lograr, Monterrey debe impulsar planes integrales que contemplen la separación de desechos en el origen, la recolección diferenciada, el reciclaje, la valorización energética y orgánica y la educación para fortalecer la conciencia ambiental en la población regiomontana.

Estos proyectos tienen que adaptarse a las particularidades locales, involucrar al gobierno, la industria, la academia y a la sociedad civil, y estar acompañados de políticas públicas que incluyan regulaciones y esquemas de financiamiento sostenibles. La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) —publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003 y reformada más recientemente el 8 de mayo de 2023—, establece la necesidad de adoptar el principio de responsabilidad



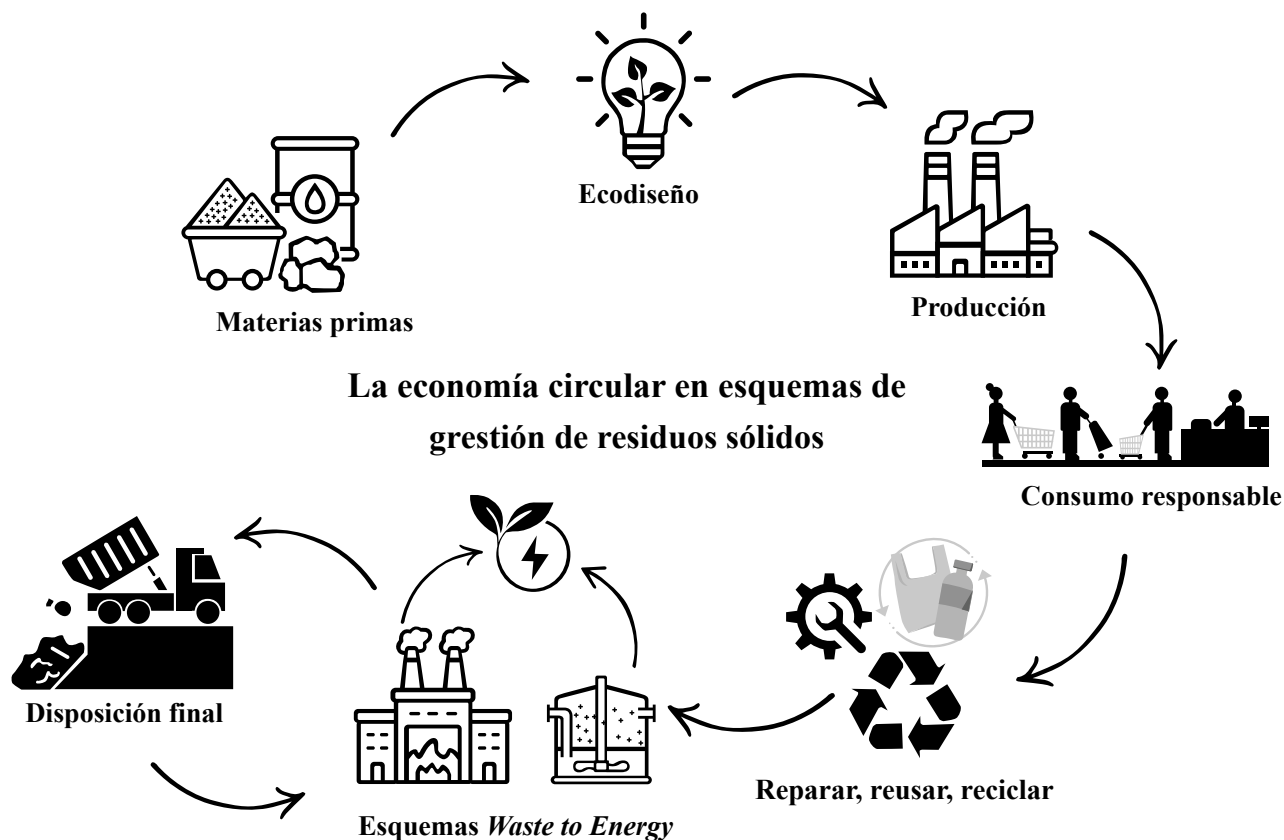


Figura 3. Ejemplificación de un esquema de economía circular para la valorización de residuos sólidos urbanos.

compartida en el diseño, implementación y mejora continua de los esquemas de economía circular.

Sólo bajo este enfoque, en el que gobierno, industria, academia y sociedad asumen compromisos comunes, será posible construir una ciudad que conciba en sus residuos no un problema, sino una oportunidad de desarrollo sostenible.

¿QUÉ PODEMOS HACER TÚ Y YO?

Separar en casa los residuos con potencial de reciclaje y llevarlos a centros de acopio, reducir el uso de plásticos, evitar el desperdicio de comida, informarse y exigir mejores políticas de gestión... cada pequeña acción cuenta. Para que los sistemas de valorización funcionen, debemos cambiar el paradigma: entender que la basura empieza en casa y que nuestras decisiones de consumo tienen un impacto directo en el entorno.

Asumir el compromiso de responsabilidad compartida en la administración de residuos, a través de la participación en programas con las autoridades municipales en actividades de educación ambiental es esencial para fomentar el cambio. Implementar tecnologías sostenibles y proyectos integrales será en vano si la ciudadanía no toma parte activamente.

Exigir un porvenir más limpio y justo es tarea de todos, pero también lo es comprometernos con lo que nos toca. El futuro de Monterrey depende de la voluntad colectiva para transformar la relación que tenemos con nuestra basura.

REFERENCIAS

- Adetunji, Adegoke I., Oberholster, Paul J., Erasmus, Mariana. (2023). From garbage to treasure: A review on biorefinery of organic solid wastes into valuable biobased products, *Bioresource Technology Reports*, 24, 101610, <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2023.101610>
- Albalade-Ramírez, A., Rueda-Avellaneda, Juan F., López-Hernández, Brenda N., *et al.* (2024). Geographic life cycle assessment of food loss and waste management in Mexico: The reality of distribution and retail centers, *Sustainable Production and Consumption*, 48, 289-300, <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.05.028>

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2003). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, última reforma publicada el 08 de mayo de 2023, *Diario Oficial de la Federación*, <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf>
Gobierno del Estado de Nuevo León. (2016). *Programa Estatal de Gestión Integral de Residuos de Nuevo León 2009-20015*, https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/187464/Nuevo_Le_n.pdf
Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2024, 09 de mayo). *Censo de población y vivienda*, <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=19>

Recibido: 16/06/2025
Aceptado: 25/10/2025

Descarga aquí nuestra versión digital.



Una ciudad que entierra su futuro: la basura en Monterrey

Resumen

El crecimiento acelerado de la ciudad de Monterrey ha traído consigo un problema que muchos prefieren ignorar: la generación y gestión de residuos. En este artículo presentamos los retos del modelo actual, limitado a la recolección y disposición final de los residuos en rellenos sanitarios, y exploramos alternativas de aprovechamiento, como el reciclaje, y de valorización energética. Finalmente, destacamos la urgencia de implementar proyectos integrales que transformen nuestros residuos en recursos valiosos.

Palabras clave: economía circular, residuos sólidos urbanos, sostenibilidad.

A city burying its future: Waste in Monterrey

Abstract

Monterrey's accelerated growth has brought with it a problem many prefer to ignore: waste generation and management. This article presents the challenges of the current model, limited to the collection and final disposal of waste in landfills, and explores sustainable alternatives, including recycling and energy recovery. Ultimately, the importance of implementing comprehensive projects that transform waste into valuable resources is highlighted.

Keywords: circular economy, municipal solid waste, sustainability.





Ejes

EJES

El langostino australiano

(*Cherax quadricarinatus*) en la Sierra Gorda:
un invasor que desafía la biodiversidad

Esmeralda Vega-Vázquez*
ORCID: 0009-0003-8919-3557

Martín Jonatan Torres-Olvera*
ORCID: 0000-0002-3960-2346

Omar Yair Durán-Rodríguez*
ORCID: 0000-0001-7662-2832

<https://doi.org/10.29105/cienciauanl28.135-3>

* Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México.

Contacto: veesva22@gmail.com, martin.jonatan.torres@uaq.mx, omarduro@gmail.com

¿QUÉ SON LAS ESPECIES INVASORAS?

Se cataloga como invasoras aquellas especies exóticas que se establecen de manera rápida en sitios que no son su área de distribución natural, se reproducen y se dispersan sin control alguno, tanto así que terminan colonizando un entorno ajeno y formando poblaciones silvestres nuevas, lo que causa un desequilibrio en el ecosistema y en las redes tróficas; incluso pueden modificar las comunidades de flora y fauna nativas y ser portadoras de enfermedades.

La introducción de especies exóticas e invasoras se da por acciones humanas, las cuales podemos dividir en dos tipos: las voluntarias, por ejemplo, para aprovechamiento alimenticio, medicinal, silvícola, hasta ornamental: jardinería, animales de compañía o acuariofilia; y las no intencionales: transporte de organismos de un área a otra en el barro de las llantas de los vehículos, los cardos que se pegan en la ropa o en el pelaje de nuestras mascotas, agua de lastre, etcétera.

Es importante resaltar que la diferencia de una especie exótica y una invasora reside en que la primera se encuentra en una zona que no es su distribución natural. Pero, si las condiciones de este sitio permiten su adaptación y establecimiento, será invasora y podría convertirse en una amenaza para la biodiversidad de los ecosistemas nativos (Carvalho, 2009).

¿DE DÓNDE ES Y CUÁNDO FUE INTRODUCIDO EN MÉXICO?

El langostino australiano, *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868) (figura 1), tiene su origen en los sistemas costeros del golfo de Carpentaria, al norte de Australia y sur de la isla de Papúa, Nueva Guinea. Es un acocil que posee habilidades asombrosas que le permiten adaptarse a diferentes condiciones y reproducirse rápidamente, como si fuera una máquina de criar pequeñas y voraces criaturas, es por ello que se considera una especie con alto potencial para su cultivo y estas mismas características le confieren la facilidad de sobrevivir en diversos entornos, todo esto lo convierte en un invasor de mucha relevancia en múltiples países.

El langostino australiano ha sido introducido por liberaciones accidentales ya que tiene la capacidad de escapar de los estanques, pudiendo caminar distancias considerables hasta encontrar otro cuerpo de agua, e intencionales por el hombre pues posee un alto potencial en la producción acuícola, debido a las características deseables en su anatomía, reproducción y hábitos alimenticios, bastante rentables al alcanzar los 50 o 100 gramos en tan sólo siete meses, además de los múltiples desoves (tres a cinco) al año (dependiendo de las condiciones), ovipositando de 100 a 1,000 huevecillos por puesta y un óptimo desarrollo entre los 21 y 32°C; asimismo, todo su ciclo de vida es únicamente en agua dulce, a diferencia de otros langostinos.

Esto lo hace en una excelente opción para incrementar la cantidad y calidad de alimento en el mundo. Es por ello que ha sido importado en diversos países: México, Puerto Rico, Jamaica, Estados Unidos, Cuba, Belice, Guatemala, Costa Rica, Ecuador, Paraguay, Uruguay, Chile, Argentina, Singapur, Indonesia, Tailandia, Taiwán, Malasia, China, Israel, Sudáfrica, Zimbawe, Italia y España.



Figura 1. Langostino australiano (*Cherax quadricarinatus*) extraído en los manantiales de Concá.

En México, la introducción tuvo dos etapas: la primera sucedió en 1986 a través de una empresa que tenía como propósito cultivarlo y comercializarlo en el estado de Querétaro, sin lograr resultados favorables, ya que todos los ejemplares murieron en el trayecto; la segunda fue en 1995 con organismos que se trajeron a la Planta Experimental de Producción Acuícola de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, en la Ciudad de México, y al Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida, en Yucatán, con el fin de proyectar su viabilidad en policultivos con otros organismos dulceacuícolas.

Actualmente hay reportes de cultivo y poblaciones en estado silvestre en la Ciudad de México, Colima, Jalisco, Morelos, Nayarit, Quintana Roo, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán; los más recientes son en San Luis Potosí sobre los canales exteriores de la laguna de la Media Luna, en Río Verde (Álvarez *et al.*, 2014) y Querétaro (Rodríguez *et al.*, 2023).

PRESENCIA EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA GORDA

En un rincón remoto de la Sierra Madre Oriental, donde la naturaleza se despliega en toda su grandeza y los ríos fluyen con una armonía ancestral (figura 2), se encuentra la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda (RBSG), al norte del estado de Querétaro, con una extensión de 383,500 hectáreas, abarca cuatro municipios: Arroyo Seco, Jalpan de Serra, Landa de Matamoros y Pinal de Amoles (figura 3). Ahí se resguarda una importante diversidad de formas de vida: 23 especies de anfibios, 72 de reptiles, 363 de aves, 131 de mamíferos, 1,724 de flora y 124 del reino fungi. Además, cuenta con recursos hidrológicos distribuidos en tres subcuencas principales: ríos Santa María, Extóraz y Moctezuma, afluentes del Pánuco (Carabias *et al.*, 1999).

En mayo de 2021 se reportó presencia del langostino australiano en la RBSG, en dos cuerpos de agua: 1) "Árbol Milenario", en la localidad de Conca (21°26'51.40"N; 99°38'1.03"W). 2) "El Abanico", entre "Las Trancas" y "Salitrillo" (21°25'51.31"N; 99°36'49.14"W), en el municipio de Arroyo Seco. Ambas zonas comparten características: son afluentes tributarios del río Santa María, aguas cristalinas, sustrato arcilloso, temperaturas altas (25-28°C), lo que favorece a esta especie y le confiere una mayor supervivencia, pero además hay perturbaciones por actividades turísticas.

Dentro de este río, es de conocimiento tradicional la presencia y aprovechamiento de crustáceos acuáticos conocidos comúnmente como "acamayas" y "burritas", pertenecientes a los géneros *Macrobrachium* y *Atya*, respectivamente, las cuales han tenido una representación muy significativa en la cocina de la región, considerados manjares culinarios, especialmente las primeras.

Por su alta demanda se especulaba que sus poblaciones se encontraban disminuyendo, por lo tanto la invasión causada por un mal manejo en cultivos del langostino australiano es un desafío para los ecosistemas acuáticos de la Sierra Gorda. *Ch. quadricarinatus* compite ferozmente por los recursos, ocasiona afectaciones en la supervivencia de plantas, macroinvertebrados y peces, y constituye un riesgo potencial en la conservación de la biodiversidad acuática. Además, trae consigo enfermedades y parásitos que amenazan la salud de las especies nativas de los ríos y manantiales (Rodríguez *et al.*, 2023).

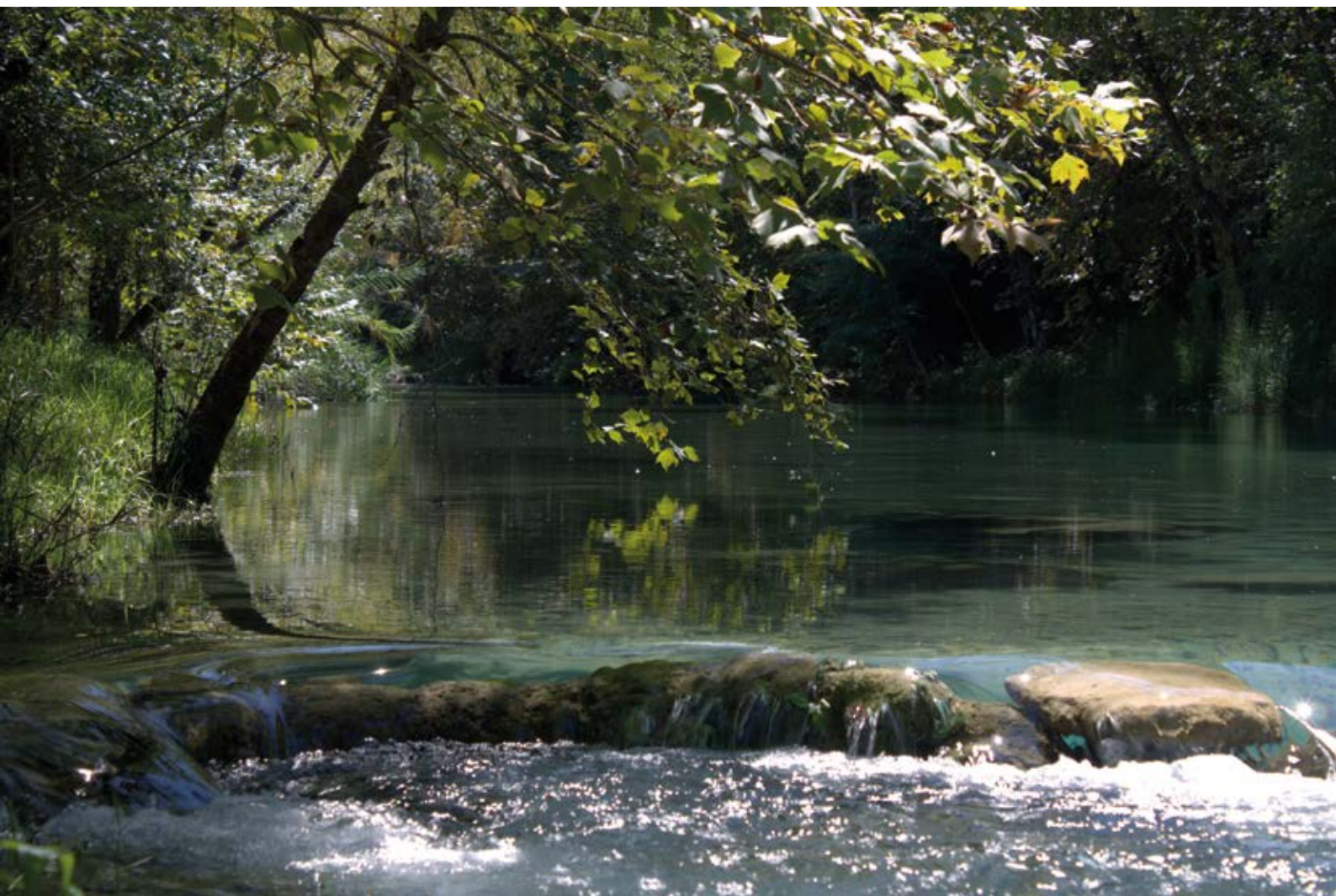


Figura 2. Río Ayutla, uno de los afluentes principales de la Sierra Gorda.

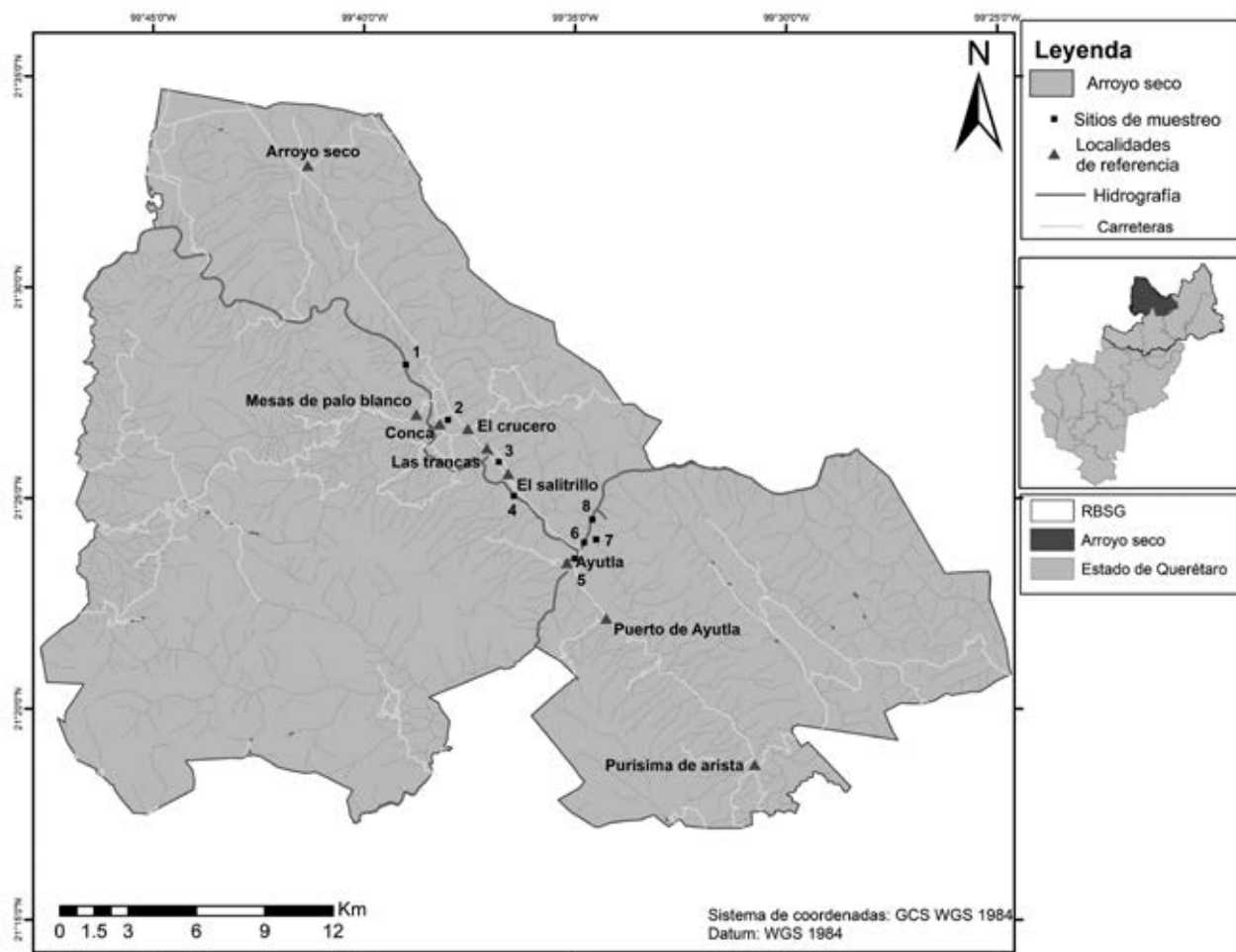


Figura 3. Ubicación de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda.

ALTERNATIVA PARA SU MANEJO EN LA SIERRA GORDA

La Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), junto con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), y algunos voluntarios, trabajan incansablemente con el fin de conocer el estatus poblacional y el grado de invasión del langostino australiano en la Sierra Gorda, además de esclarecer la manera en la cual fue introducido, apuntando fuertemente a una acción intencionada en su cultivo, sin medidas de contención adecuadas. Pero fuera de la búsqueda de culpables, el objetivo principal es la erradicación de las poblaciones en estado natural de dicha especie.



Figura 4. Platillo local usando como ingrediente principal el langostino australiano.

Es por ello que se analiza la viabilidad de que los emprendedores locales los aprovechen con el establecimiento de un mercado que posibilite su comercialización, utilizando diversas herramientas con el fin de lograr una eliminación progresiva en los ambientes naturales, con el plan, a mediano plazo, de crear granjas acuícolas especializadas en esta especie invasora y otras nativas, principalmente la “acamaya”.

La crianza controlada del langostino no sólo ayuda a reducir el impacto en los ecosistemas naturales, también puede ser una buena fuente de ingresos para las comunidades locales. Además, es posible que llegue a convertirse en un ingrediente de alta demanda

al experimentar, con su carne blanca y sabrosa, recetas innovadoras y platos tradicionales que consigan despertar el interés en los restaurantes de la zona al brindar una experiencia culinaria excepcional que sorprenda a los comensales (figura 4).

El cultivo del langostino es un reto, pero contando con condiciones ambientales adecuadas, el acompañamiento técnico y el mercado para su distribución, es posible desarrollar empresas rentables y sustentables siempre y cuando se tenga una buena planeación y se asegure el confinamiento del acocil.

CONCLUSIONES

Los proyectos de investigación científica como “Dinámica de invasión de langostino australiano de quelas rojas, *Cherax quadricarinatus* (Von Mantens, 1868), en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, Querétaro”, desarrollado por expertos y estudiantes de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) y desprendido del Fondo Nacional de la Cultura y las Artes (Fondec), son un ejemplo de que la ciencia abona activamente a la sociedad, pues hacen llegar a la población en general la información de que la presencia del langostino australiano representa una desafío ambiental propiciado por acciones humanas (problemáticas socioambientales), dejando en claro la necesidad de su eliminación, por lo cual es posible darle un giro de 360 grados al enfoque, con el trabajo colectivo participativo, ya que esta propuesta de aprovechamiento puede tener una aceptación positiva en diferentes sectores de la población.

Si se desea alcanzar esto es de suma importancia fortalecer las relaciones entre los generadores de información científica y los miembros de las comunidades (usuarios de los recursos), con el objetivo de llegar a entendimientos mutuos que redireccionen los proyectos de la región con aproximaciones sustentables dentro de las limitaciones particulares. En este caso al crear las pautas que logren su erradicación a través del fomento de la pesca, consumo y venta. Además, en los cultivos ya establecidos, se deben implantar barreras de bioseguridad que aseguren una contención adecuada que le impida ser una amenaza para las especies nativas.

REFERENCIAS

Álvarez, Fernando, Bortolini, José L., Villalobos, José L., *et al.* (2014). La presencia del acocil australiano *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868) en México, en García, Leonardo (Ed.), *Especies invasoras acuáticas: casos de estudio en ecosistemas en México*, 603-622.

Carabias-Lillo, Julia, Provencio, Enrique, De la Maza, Elvira, *et al.* (1999). *Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, México*, Inst. Nac. Ecol. Semarnat.

Carvalho, Gastón O. (2009). Especies exóticas e invasiones biológicas, *Ciencia Ahora*, 23(12), 15-21.

Rodríguez-Cruz, Leonardo D., Torres-Olvera, Martin J., Durán-Rodríguez, Omar Y., *et al.* (2023). The invasive Australian redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (Von Martens, 1868): a new threat for biodiversity in the Sierra Gorda Biosphere Reserve, Central Mexican Plateau, *BioInvasions Records*, 12(3), 819-828.

Recibido: 12/02/2025
Aceptado: 07/10/2025

Descarga aquí nuestra versión digital.



El langostino australiano (*Cherax quadricarinatus*) en la Sierra Gorda: un invasor que desafía la biodiversidad

Resumen

La Reserva de la Biosfera Sierra Gorda (RBSG) es un espacio único que alberga gran diversidad. En 2021 el langostino australiano (*Cherax quadricarinatus*) fue agregado al listado de especies invasoras en el municipio de Arroyo Seco, perteneciente a la Reserva. Esta especie ha sido introducida intencional y accidentalmente alrededor del mundo. Por lo cual la Universidad Autónoma de Querétaro, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y voluntarios, buscan soluciones efectivas y sostenibles: su extracción de los ambientes naturales, crianza controlada y comercialización de esta especie, además de una producción en un correcto confinamiento que genere un equilibrio socioambiental.

Palabras clave: langostino, invasor, reserva, sostenible, socioambiental.

The Australian crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in the Sierra Gorda: An invader that challenges biodiversity

Abstract

The Sierra Gorda Biosphere Reserve (RBSG) is a unique area that contains great diversity. In 2021 the Australian red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) was added to Arroyo seco's municipal invasive species list, belonging to a reserve area. This species has been introduced intentionally and accidentally around the world. Thus, the Autonomous University of Queretaro, the National Commission of Protected Natural Areas, and also volunteers look for sustainable and effective solutions such as its extraction from natural environments, controlled growth and commercialization in addition to its production under an appropriate lockdown, searching for socio-environmental balance.

Keywords: red claw crayfish, invader, protected natural area, sustainable, socio-environmental.



SECCIÓN ACADÉMICA

**Nanopartículas de cobre y su
efecto en el crecimiento y la
clorofila de tomates injertados**

**Aceite esencial de orégano
como alternativa a los
antibióticos en rumiantes**



Nanopartículas de cobre y su efecto en el crecimiento y la clorofila de tomates injertados

Luis Eduardo Tamayo-Ruiz*
ORCID: 0000-0002-5377-8233

Leandro Charão-Schwertner**
ORCID: 0000-0002-3597-496X

Andrés Adrián Urías-Salazar*
ORCID: 0000-0003-1113-7785

<https://doi.org/10.29105/cienciauanl28.135-4>

RESUMEN

El cobre es esencial en procesos fisiológicos de las plantas, su aplicación como nanopartículas de cobre (NPCu) puede mejorar el desarrollo vegetal. Este estudio evaluó el efecto de cuatro dosis de NPCu (0, 20, 60 y 100 ppm) y tres tipos de injerto en tomate bajo condiciones controladas. El objetivo fue analizar su impacto en altura, diámetro de tallo y contenido de clorofila. Los resultados mostraron variaciones asociadas al tipo de injerto, mientras que las NPCu no evidenciaron sinergia positiva con injertos. Se recomienda ampliar el número de repeticiones y considerar mediciones fisiológicas más precisas para comprender mejor los efectos de las NPCu en la fotosíntesis.

Palabras clave: fisiología vegetal, estrategias agronómicas, micronutrientes, tecnología experimental.

ABSTRACT

Copper is essential for the physiological processes of plants and its application in the form of copper nanoparticles (CuNPs) may enhance plant development. This study evaluated the effect of four CuNP doses (0, 20, 60, and 100 ppm) and three grafting types in tomato plants grown under controlled conditions. The objective was to analyze their impact on plant height, stem diameter, and chlorophyll content. The results showed variations associated with graft type, while CuNPs did not exhibit a positive synergy with grafting. Increasing the number of replications and incorporating more precise physiological measurements is recommended to better understand the effects of CuNPs on photosynthesis.

Keywords: Plant physiology, agronomic strategies, micronutrients, experimental technology.

El cobre es un micronutriente esencial para el crecimiento de las plantas. Está vinculado en la activación de enzimas y síntesis de proteínas en especies vegetales. Las nanopartículas de este metal, por su parte, se miden en nanómetros y oscilan en un rango de 1 a 100 nm. Presentan propiedades importantes: inhibir efectivamente el desarrollo de muchos microorganismos patógenos (Naika *et al.*, 2015), promover el incremento de distintos tipos de plantas (Jahagirdar *et al.*, 2020) y, gracias a sus dimensiones, son de fácil absorción en el sistema vegetal.

Sus beneficios dependen de varios factores: la concentración, los intervalos de aplicación, tamaño y, sobre todo, la especie vegetal (Shalaby *et al.*, 2016), ya que promueve mayor tasa de germinación, crecimiento, nutrición y un incremento de raíces laterales, además contribuye a parámetros fisiológicos y bioquímicos (Jahagirdar *et al.*, 2020; Jalali *et al.*, 2018; Singh *et al.*, 2007).

Bajo esas condiciones, y por las posibilidades que ofrecen las nanopartículas, sería posible adaptarlas al contexto agronómico al potenciarlo con

* Universidad del Valle de México-Campus Victoria, Ciudad Victoria, México.

** Universidade do Estado de Mato Grosso, Mato Grosso, Brasil.

Contacto: tamayo.eduardo@outlook.com

otras prácticas, por ejemplo, los injertos, los cuales permiten incrementar la calidad del fruto, la tasa de absorción de nutrientes y la precocidad del cultivo, sin embargo, son interacciones que deben evaluarse y validarse a través de experimentos (Bayoumi *et al.*, 2022; Davis *et al.*, 2008). Por lo anterior, el objetivo del presente fue considerar los efectos de las dosis de nanopartículas de cobre y plantas injertadas sobre la altura y diámetro de tallo final y contenido de clorofila en un ambiente controlado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Se emplearon plántulas de tomate de las variedades Río Grande y Portainjerto Guardior F1 como material vegetal. Estas se obtuvieron a partir de semillas cultivadas en charolas con sustrato *peatmoss*, los portainjertos, debido a su vigor, fueron sembradas tres días después de las plantas que se injertarían. Los injertos se realizaron a los 32 días a través del método de empalme, se utilizaron clips a manera de soporte de los tallos y tuvieron 48 horas en fase oscura y luego luz difusa con humedad relativa del 90% con el fin de evitar la deshidratación de las uniones entre injerto y portainjerto. Después de 12 días, fueron trasplantadas en bolsas de polietileno negro, rellenas con una mezcla de sustrato compuesta por 50% de *peatmoss*, 25% de perlita y 25% de vermiculita.

Todo el proceso de injertos y experimental se llevó a cabo bajo condiciones controladas en una cámara ambiental Biotronette III, con una temperatura media de 25.5°C y una humedad relativa del 92%. Se estableció un ciclo de luz/oscuridad de 12 horas con lámparas de

Tabla I. Detalle de los tratamientos establecidos en el experimento.

Condición de injerto	Dosis de nanopartículas de Cobre (ppm)
No Injertado (Ni)	0
	20
	60
	100
Autoinjertado (Ai)	0
	20
	60
	100
Injertado (In)	0
	20
	60
	100

crecimiento de amplio espectro, un total de 12 tratamientos (tabla I), cada uno con tres repeticiones, y cada planta considerada como una unidad experimental. Para la prueba se empleó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 3x4, donde el primer factor fueron las condiciones de injerto (CI) y las dosis de nanopartículas de cobre (NPsCu), incluido un testigo.

Las tres aplicaciones de nanopartículas de cobre se realizaron en las hojas mediante atomizadores, con intervalos de siete días. Cada planta fue aislada para recibir su respectivo tratamiento, mientras que en los testigos se empleó agua destilada. En todos los casos se administró una descarga promedio de 2 ml por planta.

Cuarenta días después del trasplante, se registraron las siguientes variables: altura (AP) en cm, diámetro de tallo (DT) en mm y contenido relativo de clorofila en unidades SPAD, determinados en una o dos hojas de la zona media (ZM1, ZM2) y dos hojas de la zona superior (ZS1, ZS2) de cada planta. El índice SPAD (*Soil Plant Analysis Development*) permite estimar de manera rápida y no destructiva la cantidad de clorofila, la cual está estrechamente relacionada con la capacidad fotosintética y se basa en la absorbancia de la luz en longitudes de onda específicas. Las mediciones se llevaron a cabo con un dispositivo medidor de clorofila (Minolta SPAD 502). Los datos recopilados fueron analizados utilizando el paquete estadístico JMP Pro, versión 13.0.0. Se realizó un análisis de varianza, seguido de comparaciones de medias Tukey, con un nivel de significancia establecido en $p=0.05$.

RESULTADOS

Basado en el análisis de varianza se visualiza que las nanopartículas tienen un efecto significativo sobre la altura, el diámetro del tallo y unidades SPAD de la zona media y superior de la planta (tabla II); por su parte, el injerto presenta influencia en la altura, el diámetro de tallo y parcialmente en las unidades SPAD de la zona superior. No se detectaron interacciones relevantes entre el injerto y las nanopartículas de cobre en ninguna de las variables analizadas. En otras aplicaciones de nanopartículas de silicio en el cultivo de tomate, se promovieron altos niveles de minerales, fitohormonas y otros compuestos en plantas injertadas (Sayed *et al.*, 2022), por lo que en este caso se descarta la sinergia potencial de las nanopartículas de cobre e injertos de plántulas de tomate.

Tabla II. Significancia estadística y coeficientes de determinación (R^2) de los efectos de la condición de injerto (CI) y dosis de nanopartículas de cobre (NPsCu) sobre variables morfológicas y fisiológicas de la planta.

Variable	R^2	CI	NPsCu	CI X NPsCu
Enero	0.73	<0.001	0.0011	NS
Febrero	0.57	0.011	0.0125	NS
Marzo	0.48	NS	0.0071	NS
Abril	0.58	NS	0.0005	NS
Mayo	0.44	NS	0.0258	NS
Junio	0.42	0.047	NS	NS

Con relación a la variable altura de planta, se presentó un cambio en función de las dosis de nanopartículas (figura 1a); en ese sentido, la administración de NPsCu puede incrementarla (Priyanka *et al.*, 2019). Con base en lo anterior, la aplicación de 20 ppm de NPsCu generó mayor altura, sin embargo, fue contrastante respecto a la porción de 60 ppm de NPsCu, la cual pudo provocar toxicidad que dio lugar a un registro inferior.

Por su parte, la altura de plantas no injertadas fue superior a las injertadas y autoinjertadas (figura 1b), pero es importante considerar que esto puede ser compensado por el rendimiento de fruto (Sora *et al.*, 2019). Tales hallazgos permiten descartar la sinergia de las nanopartículas e injerto al menos para la variable altura de planta. En cuanto al diámetro de tallo, la cantidad de 100 ppm lo incrementó, posiblemente por su rol en la síntesis de lignina (Li *et al.*, 2023), un polímero que refuerza la estructura de las plantas (Maceda *et al.*, 2022), por lo que pudiera relacionarse el diámetro de tallo registrado con la dosis de 20 ppm de NPsCu.

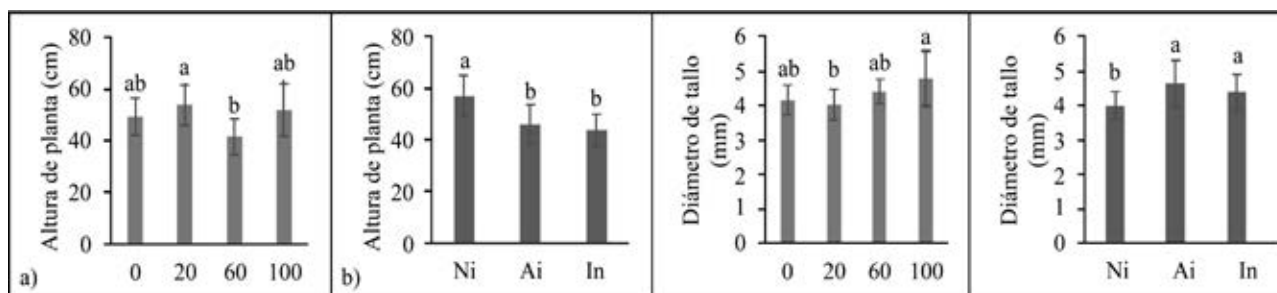


Figura 1. Efecto de las dosis de NPsCu (0, 20, 60 y 100 ppm) y tratamientos de injerto (No injerto: Ni; Autoinjertado: Ai; Injertado: In, en la altura de planta (a, b) y diámetro de tallo (c, d)). Las barras muestran la desviación estándar. Letras distintas indican diferencias significativas Tukey: $p < 0.05$.

En los injertos, éste es influenciado por su condición de injerto, ya que el menor se presentó en plantas no injertadas. Además, el diámetro de tallo podría asociarse con mayor transporte de nutrientes y agua a través de la planta, lo que puede representar una ventaja para la producción de frutos (Al-Harbi *et al.*, 2018).

Desde un punto de vista teórico, se esperaba que la aplicación de nanopartículas de cobre aumentara la capacidad fotosintética, según el índice SPAD de la ZM1 (figura 2a); en contraste, las dosis de 60 ppm de NPsCu presentaron un índice SPAD bajo, sin embargo, se registró una alza al utilizar una concentración de 100 ppm de NPsCu. Esa misma dinámica se halló en ZM2 (figura 2d), por lo que el uso de nanopartículas para el incremento de la capacidad fotosintética podría ser un aspecto acumulativo, es decir, altas dosis con mayor periodicidad de las NPsCu o en su caso la cantidad en particular tuvo un nulo efecto basado en el tratamiento sin aplicación de NPsCu.

En este contexto, sería necesario realizar pruebas adicionales con otras dosis y frecuencias. Establecido lo anterior, es importante considerar que niveles óptimos de cobre pueden mejorar la fotosíntesis de la planta (Aqeel *et al.*, 2023). Por su parte, los injertos no presentaron diferencias, es decir, la cantidad de

clorofila no es afectada por la condición de injerto para la ZM1 y ZM2 de las plantas de tomate.

La dinámica de la ZS1 fue similar a la de la ZM1, lo que indica que las NPsCu tienen un efecto significativo sobre el contenido de clorofila (figura 3a), pero se requieren cantidades más elevadas para lograr un resultado positivo en la fotosíntesis, por lo que hay que considerar que las dosis excesivas pueden frenar procesos importantes en esta (Pádua *et al.*, 2010). Sin embargo, en otra revisión de la zona superior (figura 3c), los valores fueron similares y no exhibieron diferencias significativas, lo que podría atribuirse a lecturas insuficientes.

En el caso de los injertos, no mostraron incrementos en la zona superior (figura 3b), de modo que la dinámica puede ser contrastante entre hojas muestreadas (figura 3d). Las plantas autoinjertadas presentaron valores SPAD mayores en comparación con las no injertadas, lo que podría indicar que el procedimiento de autoinjerto aumenta la capacidad fotosintética, en cambio, demuestra que el injerto utilizado, en función de las unidades SPAD, no contribuye a la eficiencia en la fotosíntesis. Al respecto, algunos injertos tienen entre sus características ser efectivos para aprovechar el nitrógeno del suelo así como mejorar la tasas fotosintética (Zhang *et al.*, 2021).

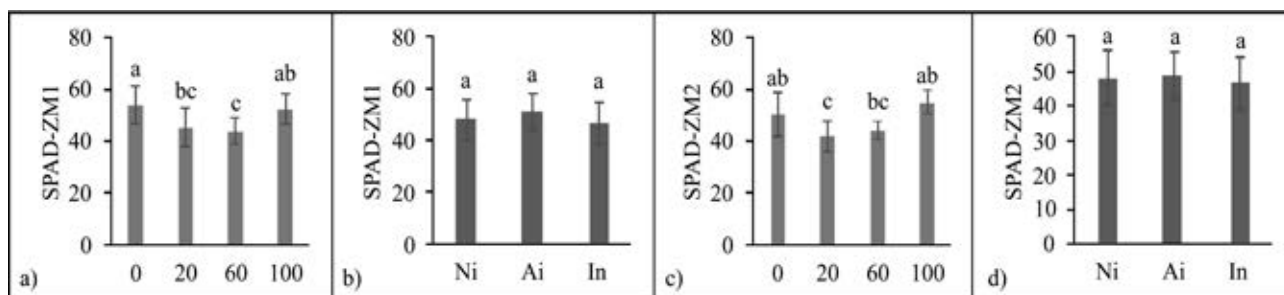


Figura 2. Efecto de las dosis de NPsCu (0, 20, 60 y 100 ppm) y tratamientos de injerto (No injerto: Ni; Autoinjertado: Ai; Injertado: In, sobre el índice SPAD de la zona media 1 (ZMI) de la planta (a, b) e índice SPAD de la zona media 2 (ZM2) de la planta (c, d). Las barras muestran la desviación estándar. Letras distintas indican diferencias significativas Tukey: $p < 0.05$.

ANÁLISIS REFLEXIVO

Aunque algunos de los resultados obtenidos en el experimento parecen estar asociados con los métodos aplicados, aquellos que no mostraron diferencias significativas podrían deberse a la variabilidad intrínseca de los datos. Inicialmente, se esperaba que cada tratamiento evidenciara efectos claros, especialmente en la interacción de los factores, dada la posible sinergia entre ellos. Además, las condiciones experimentales fueron controladas rigurosamente, consi-

derando variables como el tipo de suelo, temperatura, humedad y la luz en la cámara de crecimiento, lo que apuntaba a un escenario propicio para obtener efectos significativos.

Este hallazgo inesperado invita a reflexionar sobre dos aspectos fundamentales: primero, es posible que sea necesario revisar el diseño experimental, incrementando el número de repeticiones con el objetivo de reducir la variabilidad observada; aumentándolas mejoraría la precisión de los resultados y bajaría la influencia de factores externos. Segundo, es importante considerar el método utilizado al determinar

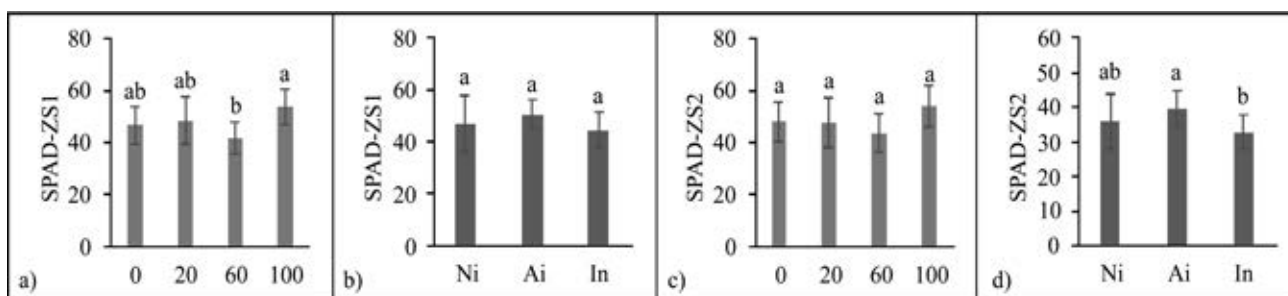


Figura 3. Efecto de las dosis de NPsCu (0, 20, 60 y 100 ppm) y tratamientos de injerto (No injerto: Ni; Autoinjertado: Ai; Injertado: In, sobre el índice SPAD de la zona superior 1 (ZS1) de la planta (a, b) e índice SPAD de la zona superior 2 (ZS2) de la planta (c, d). Las barras muestran la desviación estándar. Letras distintas indican diferencias significativas Tukey: $p < 0.05$.

las variables, especialmente la clorofila. Un enfoque más exacto pudiera incluir el uso de un equipo que mida la actividad fotosintética, abarcando parámetros como la tasa de transpiración, la fotosíntesis y la concentración de CO₂ intercelular. Asimismo, se buscaría evaluar la posibilidad de medir la clorofila mediante espectrofotometría, con el fin de obtener registros más robustos.

Si bien existen técnicas, por ejemplo, el suavizado de datos, que ofrecen respuestas más favorables, pueden comprometer la exactitud de los hallazgos. Por ello es crucial aceptar los resultados tal cual son, ya que forman parte integral del proceso de investigación y aprendizaje. Este tipo de situaciones no sólo ayuda a mejorar futuros trabajos, también refuerza la importancia de mantener la objetividad en el análisis de los datos.

REFERENCIAS

- Bayoumi, Yousry, Shalaby, Tarek, Abdalla, Zakaria F., *et al.* (2022). Grafting of Vegetable Crops in the Era of Nanotechnology: A photographic Mini Review, *Environment, Biodiversity and Soil Security*, 6(2022), 133-148.
- Aqeel, Umra, Aftab, Tariq, Khan, M. Masroor A., *et al.* (2023). Excessive copper induces toxicity in *Mentha arvensis* L. by disturbing growth, photosynthetic machinery, oxidative metabolism and essential oil constituents, *Plant Stress*, 8, 100161.
- Davis, Angela R., Perkins-Veazie, Penelope, Hassell, Richard, *et al.* (2008). Grafting effects on vegetable quality, *HortScience*, 43(6), 1670-1672, <http://doi.org/10.21273/hortsci43.6.1670>
- Jahagirdar, Ajinkya S., Shende, Sudhir S., Gade, Aniket K., *et al.* (2019). Bioinspired synthesis of copper nanoparticles and its efficacy on seed viability and seedling growth in mungbean (*Vigna radiata* L.), *Current Nanoscience*, 16(2), 246-252. <http://doi.org/10.2174/1573413715666190325170054>
- Jalali, K., Nouairi, Issam, Kallala, Nadia, *et al.* (2018). Germination, seedling growth, and antioxidant activity in four legume (*Fabaceae*) species under copper sulphate fungicide treatment, *Pakistan Journal of Botany*, 50(4), 1599-1606.
- Li, Yaping, Shi, Shuqian, Zhang, Ya, *et al.* (2023). Copper stress-induced phytotoxicity associated with photosynthetic characteristics and lignin metabolism in wheat seedlings, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 254, 114739.
- Maceda, Agustín, Soto-Hernández Marcos, Peña-Valdivia, Cecilia B., *et al.* (2022). Lignina: composición, síntesis y evolución, *Madera y bosques*, 27(2), <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2722137>
- Naika, H. Raja, Lingaraju, K., Manjunath, K., *et al.* (2015). Green synthesis of CuO nanoparticles using *Gloriosa superba* L. extract and their antibacterial activity, *Journal of Taibah University for Science*, 9(1), 7-12, <http://doi.org/10.1016/j.jtusci.2014.04.006>
- Pádua, Mario, Cavaco, Ana M., Aubert, Serge, *et al.* (2010). Effects of copper on the photosynthesis of intact chloroplasts: interaction with manganese, *Physiologia Plantarum*, 138(3), 301311.
- Sayed, Eman G., Mahmoud, Abdel W. M., El-Mogy, Mohamed M., *et al.* (2022). The effective role of nano-silicon application in improving the productivity and quality of grafted tomato grown under salinity stress, *Horticulturae*, 8(4), 293.
- Shalaby, Tarek A., Bayoumi, Yousry, Abdalla, Neama, *et al.* (2016). Nanoparticles, soils, plants and sustainable agriculture. In: S. Ranjan, N. Dasgupta, & E. Lichtfouse, (Eds) *Nanoscience in food and agriculture 1*, Springer, Berlin, 283312, http://doi.org/10.1007/978331939303-2_10

Singh, Dharam, Nath, Kamlesh, Sharma, Yogesh K. (2007). Response of wheat seed germination and seedling growth under copper stress, *Journal of Environmental Biology*, 28(2), 409-414.

Sullivan, Brooke K., Keough, Michael, Govers, Laura L. (2022). Copper sulphate treatment induces Heterostera seed germination and improves seedling growth rates, *Global Ecology and Conservation*, 35, e02079, <http://doi.org/10.1016/j.gecco.2022.e02079>

Recibido: 23/02/2025

Aceptado: 07/10/2025

Descarga aquí nuestra versión digital.





Aceite esencial de orégano como alternativa a los antibióticos en rumiantes

Jocelyn Cyan López-Puga*
ORCID: 0000-0001-8978-8524

Gustavo Sobrevilla-Hernández**
ORCID: 0000-0003-4642-5752

Jorge R. Kawas-Garza*
ORCID: 0000-0003-3543-4506

Gerardo Méndez-Zamora*
ORCID: 0000-0002-1428-5217

<https://doi.org/10.29105/cienciauanl28.135-5>

RESUMEN

En los rumiantes domésticos, algunos antibióticos como oxitetraciclina y neomicina son utilizados para evitar mermas productivas relacionadas con enfermedades ocasionadas por bacterias oportunistas. El uso de antibióticos en alimentos para animales ha sido objeto de alerta para la salud humana, por lo que se ha planteado explorar alternativas naturales, una de ellas son los aceites esenciales. El aceite esencial de orégano ofrece resultados prometedores para ser utilizado en la alimentación de rumiantes como alternativa a los antibióticos, demostrando el mecanismo de acción sobre *E. coli*, enriqueciendo el alimento, volviéndolo funcional y provocando cambios en las poblaciones bacterianas de prerrumiantes y rumiantes adultos.

Palabras clave: orégano mexicano, alternativa natural, rumen, prerrumiantes, salud animal.

ABSTRACT

In domestic ruminants, some antibiotics, such as oxytetracycline and neomycin are used to prevent production losses related to diseases caused by opportunistic bacteria. The use of antibiotics in animal feed has raised concerns in human health, leading to the exploration of natural alternatives, such as essential oils. Oregano essential oil offers promising results for its use in ruminant feed as an alternative to antibiotics, demonstrating its mechanism of action on E. coli, enriching the feed, making it functional, and causing changes in the bacterial populations of pre-ruminants and adult ruminants.

Keyword: mexican oregano, natural alternative, rumen, pre-ruminant, animal health.

Los aceites esenciales se conforman por mezclas complejas de compuestos volátiles. En ellos destaca un fuerte olor debido a su origen en las plantas aromáticas, se trata de metabolitos secundarios cuya función es la protección (Bakry *et al.*, 2016). El aceite esencial de orégano contiene más de 30 de estos compuestos, los principales son el carvacrol y el timol, responsables del aroma característico y de actividades antioxidantes y antimicrobianas (Bakry *et al.*, 2016).

Diversos autores han reportado el mecanismo antimicrobiano del aceite de orégano contra múltiples bacterias: *Shewanella putrefaciens* (Lan *et al.*, 2022), *Morganella psychrotolerans* (Wang *et al.*, 2022), *Staphylococcus aureus* (Cui *et al.*, 2019), *Escherichia coli* O157:H7 y *Listeria monocytogenes* (Oussalah *et al.*, 2006), entre otras. Dependiendo el tipo de bacteria, el mecanismo de acción del aceite esencial de orégano es diferente. En los rumiantes domésticos (bovinos,

* Universidad Autónoma de Nuevo León, General Escobedo, México.

** Investigación y Desarrollo, MNA de México, S.A. de C.V., Juárez, México.

Contacto: jocelyn.lopez.pg@uanl.edu.mx, gsobrevillah@outlook.com, jorge.kawasgr@uanl.edu.mx, gerardo.mendezzm@uanl.edu.mx

ovinos y caprinos), algunos antibióticos como oxite-traciclina y neomicina, son utilizados con el objetivo de evitar mermas productivas relacionadas con enfermedades causadas por microorganismos oportunistas.

Uno de las principales padecimientos que estos anti-bióticos atacan es la colibacilosis, cuyo agente etiológico es *Escherichia coli*. Otra es el complejo respiratorio infeccioso, ocasionado por múltiples patógenos: *Pasteurella multocida*, *Mannheimia haemolytica* y *Mycoplasma* spp. (Palomares-Reséndiz *et al.*, 2021). El uso excesivo de antibióticos en los alimentos destinados a los animales ha sido objeto de alerta en la salud humana y ambiental (Zhang *et al.*, 2021). Debido a su prohibición en Europa como aditivos nutrimentales en la ganadería, se han explorado alternativas naturales libres de contaminantes residuales, por ejemplo, los metabolitos secundarios de las plantas aromáticas en aras de sustituir los medicamentos (Zhang *et al.*, 2021). Esta revisión hablará sobre generalidades de las propiedades del aceite esencial de orégano mexicano y los principales hallazgos hasta el momento para su uso alternativo a los antibióticos en prerrumiantes y rumiantes.

METODOLOGÍA

La revisión de la bibliografía fue realizada tomando en cuenta los compuestos bioactivos del aceite esencial de orégano, su mecanismo de acción contra las bacterias, adición a la dieta, efectos encontrados en prerrumiantes y rumiantes y su aplicación práctica en México. Los artículos seleccionados abarcan desde 2003 hasta 2023, en los que las referencias cercanas a 2000 marcaron los precedentes en la investigación del aceite esencial de orégano como alternativa a los antibióticos, y los más recientes, las aportaciones con mayor relevancia en los rumiantes y prerrumiantes en las poblaciones microbianas, abarcan una revisión de 20 años.

COMPUESTOS BIOACTIVOS DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO

La mayoría de los estudios sobre esta planta se centran en *Origanum vulgare*, común en la región mediterránea. No obstante, existen más de 40 especies diferentes que comparten el aroma y sabor

característicos, atribuidos a la combinación de timol y carvacrol (Ávila-Sosa *et al.*, 2010). El orégano mexicano, *Lippia berlandieri* Schauer, o su sinónima *Lippia graveolens* HBK (POWO, 2025), se encuentra entre estas y se distingue por un gusto fuerte y mayor rendimiento de aceite esencial (Ávila-Sosa *et al.*, 2010; Galván-Calamaco *et al.*, 2023). Otro nombre aceptado por bases científicas internacionales como equivalente taxonómico para dichas especies es *Lippia graveolens* Kunth o *Lippia organoides* Kunth (POWO, 2025). En el orégano mexicano existe un contenido superior de carvacrol, aunque se han descrito más de 20 flavonoides, por lo tanto, las actividades biológicas son diferentes al europeo (Ávila-Sosa *et al.*, 2010). En la tabla I se resumen algunos de los compuestos encontrados frecuentemente en *Lippia berlandieri* Schauer, nombre que utilizan los autores.

Tabla I. Principales compuestos bioactivos reportados en el orégano mexicano <i>Lippia berlandieri</i> Schauer.		
Autor	Compuestos	Método de detección
Aguilar-Sánchez <i>et al.</i> (2019)	Timol (2.103 g/ml) y carvacrol (0.533 g/ml)	Epectrometría de masas
Silva-Vázquez <i>et al.</i> (2015)	Carvacrol (60.02%), timol (3.96%), 1,8 cineol (23.63%), p-cymeno (9.57%), gamma-terpineno (0.11%) y otros compuestos (2.71%)	Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas
Reyes-Jurado <i>et al.</i> (2020)	Timol (1.991 g/ml) y carvacrol (0.353 g/ml)	N/D ¹
Gómez-Sánchez <i>et al.</i> (2011)	Carvacrol (41.53%), p-cymeno (26.34) y cariofleno (5.29%)	Cromatografía de gases acoplada a masas

1N/D: no disponible o no reportado.

MECANISMO DE ACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO CONTRA BACTERIAS

El principal mecanismo de acción que será abordado es el que ejerce contra *E. coli*, bacteria en la que se ha estudiado más su efecto antimicrobiano. Se ha demostrado que el aceite de orégano español (*Corydothymus capitatus*) crea permeabilidad en la membrana celular de *E. coli* O157:H7 EDL 933, provocando liberación de los constituyentes celulares, una disminución de la concentración de ATP en las células y del pH intracelular (Oussalah *et al.*, 2006). Rhayour *et al.* (2003) publicaron imágenes de microscopía electrónica de barrido donde se puede notar que *E. coli* presenta un daño en forma de agujeros en la envoltura celular, ocasionado por el aceite esencial de orégano y sus constituyentes, eugenol y timol, por separado.

Esta observación visual es comprobada por Li *et al.* (2022), quienes reportaron que en las bacterias de *E. coli*, después de ser tratadas con aceite esencial de orégano durante 6 h, las concentraciones de ácidos nucleicos y proteínas extracelulares se incrementaron 9.75 y 6.42 veces, denotando permeabilización de la membrana de las células. Asimismo, esta exposición resultó en una alza en la intensidad de fluorescencia, indicando despolarización del potencial de membrana, además generó aumentos significativos en los niveles intracelulares de especies reactivas de oxígeno. En resumen, el aceite esencial de orégano ejerce un efecto bactericida al causar daños a las estructuras celulares, permeabilizando las membranas e induciendo la despolarización del potencial de esta y el estrés oxidativo (Li *et al.*, 2022).

ADICIÓN EN LA DIETA

Los aceites esenciales han sido suplementados en la dieta (Franz *et al.*, 2009) y en el agua del ganado. Las especies donde se han evaluado son (Hernández-Coronado *et al.*, 2019): aves de engorda, cerdos, bovinos, caprinos, ovinos y conejos (Giannenas *et al.*, 2013). Aunque en animales no existe bibliografía disponible que justifique por qué ofrecerlo en la dieta y no por otra vía, en humanos se han establecido los aceites esenciales como aditivos que ayudan a crear alimentos funcionales.

Una definición más precisa de alimento funcional nos dice que es aquel que tiene efectos benéficos en uno o más procesos en el cuerpo, más allá de los nutricionales, para mejorar la salud y reducir el riesgo de enfermedad (Matera *et al.*, 2023). Entre los suplementos existe una amplia gama de nutrientes y otros ingredientes, en éstos se incluyen vitaminas, minerales, aminoácidos, aceites esenciales, fibra y diversos extractos de plantas y hierbas (Matera *et al.*, 2023). La adición de aceites esenciales en los alimentos para consumo animal ayuda a enriquecerlos con características antioxidantes y antibacterianas, lo que incrementa su funcionalidad.

EFFECTOS ENCONTRADOS EN PRERRUMIANTES

El sistema digestivo de los prerrumiantes difiere del de los rumiantes adultos porque aún no presentan actividad ruminal. La leche ingerida pasa directamente al abomaso, donde inicia la digestión, y luego al intestino delgado, siguiendo un proceso similar al

de los no rumiantes. Por este motivo, los cambios fundamentales generados por el aceite esencial de orégano sobre los microorganismos se pueden observar en las poblaciones de bacterias intestinales. La diarrea neonatal en los prerrumiantes es la enfermedad más común y la principal razón de muerte en los becerros, provocando grandes pérdidas económicas a los ganaderos (Katsoulos *et al.*, 2017).

Está bien documentado que, en los ejemplares con este padecimiento, independientemente del agente causante, existe un sobrecrecimiento de *E. coli* en el intestino delgado (Katsoulos *et al.*, 2017). El aceite esencial de orégano tiene una

fuerte actividad antibacteriana contra las bacterias gram-negativas, especialmente las de *E. coli* (Katsoulos *et al.*, 2017). Un estudio demostró que 10 mg/kg de hojas secas de esta planta funcionaron de la misma manera que 10 mg/kg de neomicina en becerros Holstein al inhibir el crecimiento de *E. coli* (Bampidis *et al.*, 2006). Éste es uno de los antibióticos más utilizados en los sustitutos de leche para prerrumiantes, por lo que generar efectos similares coloca al aceite esencial de orégano como una alternativa natural favorable. En la tabla II se observan los resultados encontrados de cambios en las poblaciones microbianas intestinales de este grupo.

Tabla II. Efectos del aceite de orégano en las poblaciones microbianas intestinales de prerrumiantes.						
Especie de orégano	Parte de la planta	Dosis	Especie animal	Dieta o sustrato	Efectos	Referencia
Orégano griego (<i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>hirtum</i>)	Aceite esencial	12.5 mg/kg de peso corporal al día	Becerros Holstein (hembras y machos)	Leche materna y calostro los primeros días de vida, posteriormente sustituto de leche e iniciador	No hubo diferencia estadística en las poblaciones bacterianas, pero sí en la disminución de la diarrea	Katsoulos <i>et al.</i> (2017)
Orégano Turco (<i>Origanum onites</i> L.)	Aceite esencial	100 y 150 mg/ kg de leche materna	Becerros Holstein Friesian (hembras y machos)	Leche materna	Disminuyó la diarrea en los grupos con AEO	Tapki <i>et al.</i> (2020)

EFFECTOS ENCONTRADOS EN RUMIANTES

El microambiente ruminal es dinámico debido a que está conformado por importantes poblaciones de bacterias, estas influyen en el desarrollo productivo del rumiante al estimular las condiciones óptimas (factores químicos y físicos) para llevar a cabo la fermentación y metabolismo ruminal (López Puga

et al., 2021). Los principales beneficios del aceite esencial de orégano en las poblaciones microbianas son: promotor del crecimiento, función antidiarreica, antioxidante y la regulación de la homeostasis microbiana (Zhang *et al.*, 2021). Kholif y Olafadehan (2021) resumen los efectos de diferentes aceites esenciales sobre el microbioma ruminal. En la tabla III se observa una recopilación de resultados encontrados en distintos artículos que adicionan aceite esencial de orégano en la dieta de rumiantes y sus impactos en las poblaciones bacterianas del rumen.

Tabla III. Efectos del aceite de orégano o sus componentes sobre las poblaciones ruminales.						
Especie de orégano	Derivado vegetal	Dosis	Especie animal	Dieta o sustrato ¹	Efectos	Referencia
Orégano chino (<i>Origanum vulgare</i> L.)	Aceite esencial	130 y 260 mg / animal / día	Becerras Pingliang rojo castrados	TMR de ensilado de maíz y mezcla de granos	Aumentó <i>Parabacteroides distasonis</i> y <i>Bacteroides thetaiotaomicron</i>	Zhang <i>et al.</i> (2021)
Orégano chino (<i>Origanum vulgare</i> L.)	Aceite esencial	0, 13, 52, 91 y 130 mg/l medio de fermentación	Líquido ruminal de ovejas Merino x criollas	Relación forraje-concentrado de 65.5:34.5	Mayor inclusión de aceite de orégano aumentó <i>Prevotella</i> y <i>Dialister bacteria</i>	Zhou <i>et al.</i> (2020)
Orégano griego (<i>Origanum vulgare</i> ssp. <i>Hirtum</i>)	Planta entera	20 g de plantas de orégano seco equivalente a 1 ml de aceite esencial por animal	Cabras alpinas	0.546 kg de MS/día de paja de trigo y 0.534 kg de MS/día de concentrado	Disminuyó <i>Pep-tostreptococcus anaerobius</i> (×10–4), <i>Clostridium sticklandii</i> y los metanógenos totales	Paraskevakis (2018)

¹IMS: materia seca; TMR: ración mixta total.

APLICACIÓN PRÁCTICA DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO EN MÉXICO

Hasta el momento, la información indica resultados benéficos a dosis bajas en prerrumiantes y rumiantes, resaltando la modulación de *E. coli* a nivel intestinal y reducción de poblaciones bacterianas meta-nogénicas. Sin embargo, en México, los efectos del aceite esencial de las variedades de orégano endémicas continúan investigándose. Esto ha limitado el extensionismo hacia los ganaderos y las industrias farmacéutica y alimentaria de animales, donde se les

informe dosis óptimas y maneras de utilizarlo como alternativa antimicrobiana. Además, actualmente las normas mexicanas (NOM-012-ZOO-1993; NOM-040-ZOO-1995) permiten el uso profiláctico de algunos antibióticos con regulación de la Secretaría de Agricultura en los sistemas de producción animal, lo cual dificulta el uso de opciones naturales por la falta de precios competitivos en comparación con los medicamentos convencionales.

A pesar de esto, la tendencia mundial es disminuir el uso de éstos para hacer frente a la problemática global de resistencia microbiana. Las normas mexicanas actuales necesitan ser actualizadas. Por tal motivo, es importante caracterizar los efectos de los aceites esenciales de las plantas endémicas, en

este caso el orégano, y de esta manera prepararse ante un escenario en el que se prohíba utilizar antibióticos convencionales en la ganadería, tal como sucedió en la Unión Europea en 2005 (Anadón *et al.*, 2006), donde los países se vieron forzados a investigar nuevas alternativas.

Existen otras plantas endémicas mexicanas cuyo aceite esencial podría tener gran potencial en la producción animal: *Mentha spicata* (hierbabuena), *Eucalyptus globulus* Labill (eucalipto), *Matricaria chamomilla* (manzanilla), *Aloe vera* (sábila), *Dysphania ambrosioides* (epazote) y *Tagetes erecta* (cempasúchil) (POWO, 2025). Una vez que existan suficientes estudios y sean optimizadas las cantidades a nivel experimental en rumiantes y prerrumiantes, lo que sigue es hacer extensionismo con los productores o representantes de la industria e incentivar su uso, tal es el caso del aceite esencial de orégano mexicano en pollos de engorda, donde ya existe información de dosis óptimas (Hernández-Coronado *et al.*, 2019) para después comenzar la labor de difusión.

CONCLUSIÓN

La bibliografía demuestra el mecanismo de acción del aceite esencial de orégano, cuyo efecto antimicrobiano daña la membrana celular de las bacterias. La principal vía de administración es a través de la dieta de los animales, enriqueciendo el alimento y volviéndolo funcional. Se ha demostrado que, a nivel intestinal, inhibe, al igual que la neomicina, el desarrollo de *E. coli* en becerros Holstein. En rumiantes adultos, disminuye los microorganismos generadores de metano.

La presente revisión de bibliografía concluye que el aceite esencial de orégano tiene un efecto negativo en el crecimiento bacteriano al reducir su nú-

mero, beneficiando la salud de los prerrumiantes y rumiantes, controlando las poblaciones bacterianas patógenas, posicionándolo como un potencial sustituto de los antibióticos convencionales. Sin embargo, su utilización enfrenta varios desafíos, entre ellos la optimización de dosis para evitar un efecto supresor en la microbiota ruminal, por lo que más estudios son necesarios con las variedades de orégano mexicano y una vez lograda la estandarización, comenzar la difusión con representantes de la industria y los productores.

REFERENCIAS

- Aguilar-Sánchez, Rocío, Munguía-Pérez, Ricardo, Reyes-Jurado, Fátima, *et al.* (2019). Structural, Physical, and Antifungal Characterization of Starch Edible Films Added with Nanocomposites and Mexican Oregano (*Lippia berlandieri* Schauer) Essential Oil, *Molecules*, 24(12), <https://doi.org/10.3390/molecules24122340>
- Anadón, A., Martínez-Larrañaga, M., Aranzazu Martínez, M. (2006) Workshop III : 2006 Eu Ban on Antibiotics As Feed Additives: Consequences and Perspectives, *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapy*, 29(January), https://doi.org/10.1111/j.1365-2885.2006.00775_2.x
- Avila-Sosa, Raúl, Gastélum-Franco, María G., Camacho-Dávila, Alejandro, *et al.* (2010). Extracts of Mexican oregano (*Lippia berlandieri* Schauer) with antioxidant and antimicrobial activity, *Food and Bioprocess Technology*, 3(3), 434-440, <https://doi.org/10.1007/s11947-008-0085-7>
- Bakry, Amr M., Abbas, Shabbar, Ali, Barkat, *et al.* (2016). Microencapsulation of Oils: A Comprehensive Review of Benefits, Techniques, and Applications, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(1), 143–182. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12179>

- Bampidis, V. A., Christodoulou, V., Florou-Paneri, P., *et al.* (2006). Effect of dried oregano leaves versus neomycin in treating newborn calves with colibacillosis, *Journal of Veterinary Medicine Series A: Physiology Pathology Clinical Medicine*, 53(3), 154-156, <https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.2006.00806.x>
- Cui, Haiying, Zhang, Chenghui, Li, Changzhu, *et al.* (2019). Antibacterial mechanism of oregano essential oil, *Industrial Crops and Products*, 139(June), 111498, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111498>
- Franz, C., Baser, K.H.C., Windisch, W. (2009). Essential oils and aromatic plants in animal feeding-a European perspective. A review, *Flavour and Fragrance Journal*, 25(5), 327-340, <https://doi.org/10.1002/ffj.1967>
- Galván-Calamaco, Zuleyma, Clamont-Montfort, Gabriela R., Marszalek, Jolanta E., *et al.* (2023) Revisión sobre el orégano mexicano *Lippia graveolens* HBK (sinonimia *Lippia berlandieri* Schauer) y su aceite esencial, *Inv. y Des. en Cien. y Tecn. de Alimentos*, 8(1), <https://doi.org/10.29105/idcyta.v8i1.109>
- Giannenas, Ilias, Bonos, Eleftherios, Christaki, Efterpi, *et al.* (2013). Essential Oils and their Applications in Animal Nutrition, *Medicinal & Aromatic Plants*, 02(06), <https://doi.org/104172/2167-0412.1000140>
- Gómez-Sánchez, Aída, Palou, Enrique, López-Malo, Aurelio. (2011). Antifungal activity evaluation of mexican oregano (*Lippia berlandieri* Schauer) essential oil on the growth of *aspergillus flavus* by gaseous contact, *Journal of Food Protection*, 74(12), 2192-2198, <https://doi.org/104315/0362-028X.JFP-11308>
- Hernández-Coronado, Ana C., Silva-Vázquez, Ramón, Rangel-Nava, Zayd E., *et al.* (2019). Mexican oregano essential oils given in drinking water on performance, carcass traits, and meat quality of broilers, *Poultry Science*, 98(7), 30503058, <https://doi.org/10.3382/ps/pez094>
- Katsoulos, Panagiotis D., Karatzia, Maria A., Do-vas, Chrysostomos I., *et al.* (2017). Evaluation of the in-field efficacy of oregano essential oil administration on the control of neonatal diarrhea syndrome in calves, *Research in Veterinary Science*, 115(May), 478-483, <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2017.07.029>
- Kholif, Ahmed E., Olafadehan, Olurotimi A. (2021). Essential oils and phytogenic feed additives in ruminant diet: chemistry, ruminal microbiota and fermentation, feed utilization and productive performance, *Phytochemistry Reviews*, 20(6), <https://doi.org/10.1007/s11101-021-097393>
- Lan, Weiqing, Zhao, Xinyu, Chen, Mengling, *et al.* (2022). Antimicrobial activity and mechanism of oregano essential oil against *Shewanella putrefaciens*, *Journal of Food Safety*, 42(1), e12952, <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jfs.12952>
- Li, Bo, Zheng, Kaixi, Lu, Jiaqi, *et al.* (2022). Antibacterial characteristics of oregano essential oil and its mechanisms against *Escherichia coli* O157:H7, *Journal of Food Measurement and Characterization*, 16(4), 2989-2998, <https://doi.org/10.1007/s11694-022-01393-3>
- López-Puga, Jocelyn C., Valadez-Pineda, Alondra, Kawas, Jorge R., *et al.* (2021). Producción de leche de cabra en México y uso de aceites esenciales de plantas aromáticas en su producción, *Tecnociencia Chihuahua*, 15(3), 234-245, <https://doi.org/10.54167/tecnociencia.v15i3.839>
- Matera, Riccardo, Lucchi, Elena, Valgimigli, Luca. (2023). Plant Essential Oils as Healthy Functional Ingredients of Nutraceuticals and Diet Supplements: A Review, *Molecules*, 28(2), 134, <https://doi.org/10.3390/molecules28020901>
- Oussalah, Mounia, Caillet, Stéphane, Lacroix, Monique. (2006). Mechanism of action of Spanish oregano, *Chinese cinnamon*, and savory essential oils against cell membranes and walls of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes*, *Journal of Food Protection*, 69(5), 1046-1055, <https://doi.org/104315/0362-028X-69.5.1046>
- Ozkaya, Serkan, Erbas, Sabri, Ozkan, Oktay, *et al.* (2018). Effect of supplementing milk replacer with aromatic oregano (*Oreganum onites* L.) water on performance, immunity and general heal-

th profiles of Holstein calves, *Animal Production Science*, 58(10), 1892-1900, <https://doi.org/10.1071/AN16574>

Palomares-Reséndiz, Gabriela, Aguilar-Romero, Francisco, Flores-Pérez, Carlos, *et al.* (2021). Important infectious diseases in goat production in México: history, challenges and outlook, *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12, 205-223, <https://doi.org/10.22319/rmcpv12s3.5801>

Paraskevakis, N. (2018). Effects of dietary Greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) supplementation on rumen fermentation, enzyme profile and microbial communities in goats, *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(3), 701-705, <https://doi.org/10.1111/jpn.12812>

Plants of the World Online. (2025). *Facilitated by the Royal Botanic Gardens*, <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:863752-1#synonyms>

Reyes-Jurado, Fátima, Munguía-Pérez, Ricardo, Cid-Pérez, Teresa S., *et al.* (2020). Inhibitory Effect of Mexican Oregano (*Lippia berlandieri* Schauer) Essential Oil on *Pseudomonas aeruginosa* and *Salmonella thyphimurium* Biofilm Formation, *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4(April), 1-6, <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00036>

Rhayour, Khadija, Bouchikhi, Touria, Tantaoui-Elaraki, Abdelrhafaur, *et al.* (2003). Extraction, separation and the mechanism of bactericidal action of oregano and clove essential oils and of their phenolic major components on *Escherichia coli* and *Bacillus subtilis*, *Journal of Essential Oil Research*, 15(5), 356-362, <https://doi.org/10.1080/10412905.2003.9698611>

Silva-Vázquez, Ramón, Durán-Meléndez, Lorenzo A., Santellano-Estrada, Eduardo, *et al.* (2015). Performance of broiler chickens supplemented with Mexican oregano oil (*Lippia berlandieri* Schauer), *Revista Brasileira de Zootecnia*, 44(8), 283-289, <https://doi.org/10.1590/S1806-92902015000800003>

Tapki, Ibrahim, Ozalpaydin, Huseyin B., Tapki, Nuran, *et al.* (2020). Effects of Oregano essential

oil on reduction of weaning age and increasing economic efficiency in Holstein Friesian calves, *Pakistan Journal of Zoology*, 52(2), <https://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/20180606130639>

Wang, Di, Li, Chunsheng, Pan, Chuang, *et al.* (2022). Antimicrobial activity and mechanism of action of oregano essential oil against *Morganella psychrotolerans* and potential application in tuna, *Lwt*, 165(May), 113758, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113758>

Zhang, Rui, Wu, Jianping, Lei, Yu, *et al.* (2021). Oregano Essential Oils Promote Rumen Digestive Ability by Modulating Epithelial Development and Microbiota Composition in Beef Cattle, *Frontiers in Nutrition*, 8(November), 1-12, <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.722557>

Zhou, Rui, Wu, Jianping, Lang, Xia, *et al.* (2020). Effects of oregano essential oil on *in vitro* ruminal fermentation, methane production, and ruminal microbial community, *Journal of Dairy Science*, 103(3), 2303-2314, <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16611>

Recibido: 19/03/2025
Aceptado: 07/10/2025

Descarga aquí nuestra versión digital.





María Josefa Santos-Corral*

*Universidad Nacional Autónoma de México,
Ciudad de México, México.
Contacto: mjsantos@sociales.unam.mx

Foto: Gerardo Sánchez Vigil.

Los paisajes de la biosfera, una perspectiva de la diversidad mexicana: el enfoque de **Sergio Guevara Sada**

Sergio Guevara Sada tiene un doctorado en Ecología por el Instituto de Botánica Ecológica, Universidad de Uppsala, Suecia. Es profesor-investigador del Instituto de Ecología, A.C. (Inecol), desde 1992, institución que dirigió de 1993 a 2002. Su trabajo se encuentra vinculado al conocimiento de la biodiversidad en el trópico americano, las causas de su distribución y cómo se han transformado los recursos naturales a lo largo de la historia del poblamiento del territorio, para identificar los mecanismos y procesos ecológicos que permitan manejar la diversidad biológica por medio de la restauración de los ecosistemas y los paisajes. Tema que ha llevado más allá de su extensa producción científica, participando en proyectos internacionales, entre los que se destaca el Programa sobre El Hombre y la Biosfera, MaB, de la UNESCO, del que fue presidente. Ha recibido numerosas distinciones, la última de ellas, en 2024, fue un reconocimiento de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), por sus contribuciones a la conservación de la biodiversidad mexicana.



¿Qué motiva al doctor Guevara a iniciar una carrera de investigación?

Es difícil identificar cuándo se inicia mi vocación por la investigación científica con un hecho o acontecimiento determinado. Si busco hacia atrás, podría decir que mi camino comenzó en la Preparatoria 5. Esta, entonces recién inaugurada, tenía un profesorado de jóvenes universitarios inquietos e inconformes, con gran entusiasmo por la filosofía, la biología, la física y la literatura iberoamericana, entre otras disciplinas, que transmitían una actitud retadora de la cultura.

Ellos sesgaron mi inclinación profesional y me encaminaron hacia la Facultad de Ciencias de la UNAM. En el Departamento de Biología me tocó estar en el umbral del cambio, al pasar de la biología de museos, de colecciones y descripciones, a la más analítica y experimental, debido a la influencia de biólogos que veían la ciencia de una manera más dinámica, evolutiva y ecológica. Podría decir que era el tránsito de una fase descriptiva a una analítica, basada en la investigación. Por cierto, en un principio, yo me había inclinado hacia la bioquímica.

"En el Departamento de Biología me tocó estar en el umbral del cambio"



¿Cuándo se decanta por la ecología y específicamente por el tema de biodiversidad?

Por azares del destino dejé la bioquímica, que entonces me fascinaba. Un buen día, caminando en un pasillo de la Facultad, se me apareció un personaje, Arturo Gómez-Pompa, otro joven provocador universitario, quien había sido influido por su trabajo en la Comisión para el Estudio de la Ecología de las Dioscóreas, un mítico

esfuerzo nacional que buscaba normar la extracción del barbasco, una planta que contenía gran cantidad de estrógenos, que sirvió de base al desarrollo de una de las mayores industrias farmacéuticas de la historia.

La comisión tuvo como escenario de trabajo la selva húmeda tropical del sureste mexicano. Ahí aconteció, entre otros, un descubrimiento trascendental, para explicar por qué era tan rica en especies, tan diversa, diríamos ahora. La extracción del barbasco producía una perturbación que afectaba a las especies originales; eran cambios que se recuperaban de manera espontánea. La relación que había entre la perturbación, la regeneración y el mantenimiento de la diversidad se destacó como uno de los principios básicos en la entonces naciente ecología tropical mexicana.

El Dr. Gómez-Pompa me dio una palmada en el hombro y me puso una beca en la mano, me convenció de unirme al grupo que abordaría la investigación de las causas de la riqueza de especies de la selva y de un intento para conservar su diversidad. La sede era una reserva que decretó con ese propósito en la Sierra de los Tuxtlas, en la costa de Veracruz. Los análisis que se hicieron ahí llevaron al doctor Gómez-Pompa a descubrir que el meollo de la diversidad era la perturbación, que podía tener un origen tanto natural como antrópica, y a emprender un programa de estudio que ayudara a dilucidar el papel que tenía esta en la diversidad de la selva húmeda; la regeneración de la selva me hizo olvidar para siempre la bioquímica y revela mi ensimismamiento en ella, en su diversidad, su conservación y restauración, y en la historia ambiental del manejo de sus recursos naturales.

Fue una perspectiva tan amplia que aún contribuye a explicar la tremenda diversidad biológica y cultural que hay hoy en Mesoamérica. Mostraba la estrecha relación entre la frecuencia de las perturbaciones geológicas y atmosféricas, la biodiversidad y el crecimiento y desarrollo de las civilizaciones mesoamericanas. La visión de los asentamientos humanos tradicionales coincidió con nuestros resultados: "Los ecosistemas y los paisajes mesoamericanos tenían una gran resiliencia, consecuencia de la incidencia de las perturbaciones naturales". Esa certeza les permitió promover una notable variedad de iniciativas de producción y aun llevar a cabo la domesticación de numerosas especies que tuvieron un éxito fantástico, que dio lugar a la premisa: "Los ecosistemas, mientras más utilizados son, más resilientes", un paradigma que, por cierto, dio carácter a la ecología mexicana.



Foto: Gerardo Sánchez Vigil.



Esas ideas y los resultados obtenidos fueron tan innovadores que convocaron a jóvenes estudiosos de la UNAM y otras instituciones. Por mi parte, creé en el Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias, el Laboratorio de Ecología, el primero de su género en México y en la UNAM. El cual, por cierto, fue un crisol donde se formaron grandes personalidades que influyeron en la academia, en el gobierno mexicano y en instituciones internacionales.



¿Qué le lleva a construir y participar en redes internacionales para la defensa de la biodiversidad?

El desempeño del Laboratorio de Ecología fue atractivo por sus logros. Llamó la atención del Dr. Gonzalo Halffter Salas, fundador del Instituto de Ecología A.C. (Inecol), quien me hizo una oferta imposible de rechazar: participar en su refundación, pues trasladaba su sede de la Ciudad de México a Xalapa, Veracruz. Ahí comenzó mi incursión en las redes internacionales. El doctor Halffter estaba muy vinculado a la UNESCO, era asesor y animador del Programa sobre El Hombre y la Biosfera, conocido coloquialmente como MaB (por sus siglas en inglés).

Se trata de un proyecto científico intergubernamental cuyo objetivo es establecer una base que ayude a optimizar la relación entre las personas y su entorno. El plan combina las ciencias naturales y sociales en aras de mejorar los medios de subsistencia humanos y salvaguardar los ecosistemas naturales y aquellos gestionados por el ser humano.

El cambio, me proporcionó contexto e institución nuevos, y una agenda internacional. El trabajo en el Inecol fue para mí un florecimiento intelectual, al combinar las ideas que lo animaban con las de la regeneración de selvas de Arturo Gómez-Pompa y del Laboratorio de Ecología, y con la filosofía de El Programa sobre El Hombre y la Biosfera, de la UNESCO, en la parte dedicada a las Reservas de Biosfera.

En el Inecol fui jefe de división y director general, al término de la administración del doctor Halffter, lo cual indirectamente implicaba que me involucrara y tomara sus responsabilidades y atribuciones en el MaB. Esto me permitió aplicar mis ideas al desarrollo del programa. Así tuve la posibilidad de vincular estrechamente dos de las fuentes más sólidas en que se basó la ciencia mexicana: la del doctor Gómez-Pompa y la del propio doctor Halffter, y su visión de la diversidad.

Me convencí de la fuerza del enfoque y definición de las Reservas de Biosfera, y de lo que entonces era la modalidad mexicana de la Reserva de Biosfera, autoría del Dr. Halffer. La apliqué y di impulso al programa en México creando la red de reservas mexicanas, que colocó al país entre los tres más destacados en el mundo con 41.

Mi intensa actividad biosférica trajo aparejada mi designación como presidente de la Red de Comités MaB y Reservas de Biosfera de Iberoamérica y el Caribe IberoMaB, una de las redes regionales más relevantes que forman parte de la Red Mundial de Reservas de Biosfera, que hoy está integrada por 759 áreas protegidas distribuidas en 136 países, abarcando más de cinco millones de kilómetros cuadrados, el mayor capital natural que existe para mantener funcionando los ecosistemas y los paisajes de la biosfera.

Tiempo después me eligieron presidente del Comité Internacional de Coordinación CIC, el órgano directivo del Programa sobre El Hombre y la Biosfera en 2014, y posteriormente del 4º Congreso Mundial de Reservas de Biosfera que se celebró en Lima, Perú, en 2016.



¿Cuál piensa usted que fue su mayor contribución al Programa sobre El Hombre y la Biosfera, MaB, de la UNESCO?

La idea de reconocer la relación de la perturbación de los ecosistemas y los paisajes con su regeneración y emplearla como base al innovar los métodos de conservación de la biodiversidad, retomando el aforismo de “Entre más usado, es más resiliente”, convirtiéndola en ideal de fuerza de las reservas iberoamericanas y caribeñas.

Propuse la idea de romper el marasmo en el que cayeron las reservas de biosfera y el resto de las áreas naturales protegidas. Con el tiempo se habían obviado las características de organización del territorio incluido en la reserva (núcleo, amortiguamiento y transición), su sistema de gobernanza que incluye una participación colectiva de habitantes, científicos y autoridades locales. Mi sugerencia consiguió recuperar los atributos fundacionales de las Reservas de la Biosfera y estimularlas con una nueva perspectiva para fortalecer su filosofía. Se trataba de transformarlas, de áreas protegidas de la diversidad en zonas protectoras del bienestar de los pobladores, no sólo de los que habitan en la propia reserva, sino de los que lo hacen en su entorno, dándoles injerencia regional de manera adaptativa.

Era lograr que las Reservas de Biosfera rompieran su cerrazón administrativa, haciendo que se transformaran en reservas abiertas, fomentando la capacidad de las especies de plantas y animales de moverse en el territorio, haciendo que reforzaran los intentos de llevar a cabo la restauración natural e inducida. También implica que participen activamente los habitantes (campesinos, indígenas), transformándolos de actores a autores de su propio destino y privilegiando el diálogo de saberes.

Añadí en sus planes de desarrollo el hecho de que las reservas tienen el carácter de herramientas, capaces de revertir la situación crítica de la diversidad y el ambiente a escala regional, nacional e internacional, como consta en los documentos que elaboré y fueron incluidos y discutidos durante el 5° Congreso Mundial de Reservas de Biosfera, Hangzhou, China, 2025: la Declaración de las Reservas de Biosfera de la Red de Comités MaB y Reservas de Biosfera de Iberoamérica y el Caribe, Ibero MaB, y el desarrollo conceptual y planificado del Programa para El Hombre y la Biosfera, MaB 2025-2035. Hacia una cultura de la diversidad y gobernabilidad de la biosfera.



¿Qué reto supone la difusión y aplicación del conocimiento más allá de las publicaciones académicas?

En México se lleva a cabo una amplia e intensa actividad de investigación que abarca distintos aspectos acerca de las especies, los ecosistemas y los paisajes, sus resultados son capaces de transformar su desarrollo. Sin embargo, no existen los medios y las posibilidades de darlos a conocer y ponerlos a disposición de los encargados de planificar el progreso municipal, estatal y nacional, ni para sensibilizar a los investigadores acerca de las prioridades y las necesidades de hacer un manejo sustentable de la diversidad biológica y social.

Eso provoca un aislamiento del conocimiento y sus posibilidades de aplicación al avance del país. Prácticamente no existen los foros y medios de comunicación que unan a especialistas y usuarios. Esto ha implicado una incomprensión y desconfianza entre los autores del quehacer científico y aquellos responsables del desarrollo y la solución de problemas ambientales. Sus iniciativas y proyecciones no se fundamentan en los datos técnicos comprobados.

Por otra parte, los esfuerzos para aplicar el conocimiento ponen en riesgo el desempeño académico de los investigadores, que está basado en el número y calidad de sus publicaciones.



¿Hasta dónde su activa participación en foros internacionales nutre su investigación científica?

Los foros mundiales de programas como MaB me han permitido someter conceptos y puntos de vista al escrutinio público. Hasta ahora he logrado publicar a la vez que consigo introducir algunas de mis ideas en los planes e idearios nacionales e internacionales. Por otro lado, la investigación, sin duda, me da una visión mayor del tiempo y del espacio de cómo ocurren los procesos ecológicos. El enfoque de diferentes escalas facilita el diálogo entre las ciencias naturales y las sociales. Me han permitido incursionar en la historia ambiental y vislumbrar que la diversidad y su cuidado tienen distintas aproximaciones. Nos hemos concentrado en la presencia de las especies, cuando la conservación que realizaban los pueblos me-

"Propuse un nuevo modelo de preservación, que se basa en reconocer y promover la movilidad de flora y fauna en el entorno"

soamericanos nos ha mostrado que también estaba enfocada en los procesos como la base para mantener la diversidad ambiental, un tema de frontera entre la ecología y la biología en general.

Propuse un nuevo modelo de preservación, que se basa en reconocer y promover la movilidad de flora y fauna en el entorno. Cada una posee una cierta capacidad de recorrer el paisaje, ya sea impulsadas por el viento, el agua o arrastradas por aves o mamíferos. Es un paradigma que enfoca la conservación como un proceso, más que en un conjunto de miembros, familias o clases.

Me parece que esta forma de preservación y manejo de la biodiversidad coincide con las técnicas mesoamericanas. Esto abre, en consecuencia, nuevas perspectivas para llevar a cabo la restauración de sitios perturbados, facilitando la movilización de las especies.



Foto: Teresa Rojas Rabiela.



¿Qué le ha dado el Inecol al doctor Guevara y usted qué le ha dado al Inecol?

El Inecol, amén de darme la ocasión de combinar mis ideas con las que lo animaron, y permitirme contar con grupos de discusión, me dio la posibilidad de darlas a conocer ampliamente. Me ha dado la inquietud de vincular lo natural y lo social. De transformar el conocimiento en programas de formación y de entender la complejidad de una institución ante nuestra realidad como país.

He contribuido a definir su orientación en la ecología mexicana. De proyectar sus ideas a escala local e internacional. Espero haber coadyuvado a lograr que la biodiversidad se convierta en la base material del desarrollo de México, y que su trabajo científico la transforme en la esencia del crecimiento, del bienestar social y de la cultura nacional.

Muchas gracias, doctor Guevara.

Descarga aquí nuestra versión digital.



Los paisajes de la biosfera una perspectiva de la diversidad mexicana: el enfoque de Sergio Guevara Sada

Resumen

Sergio Guevara Sada ha sido un promotor de la modalidad mexicana de la Reserva de Biosfera a nivel internacional; ha participado como director en distintos programas internacionales, entre los que destaca el El Hombre y la Biosfera, MaB, de la UNESCO. En este campo ha estudiado la manera en que las perturbaciones climáticas y el manejo humano han contribuido a regenerar la biodiversidad del trópico americano.

Palabras clave: biosfera, trópicos húmedos, regeneración, perturbaciones climáticas.

The landscapes of the biosphere: a perspective on Mexican diversity: Sergio Guevara Sada's approach

Abstract

Sergio Guevara Sada has been an international promoter of the Mexican Biosphere Reserve model, participating as a director in various international programs, prominently UNESCO's Man and the Biosphere (MaB). In this field he studied how climatic disturbances, as well as human management, have contributed to regenerate biodiversity in the American tropics.

Keywords: biosphere, humid tropics, regeneration, climate disturbances.

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 para mayor información



DI DIRECCIÓN DE
INVESTIGACIÓN

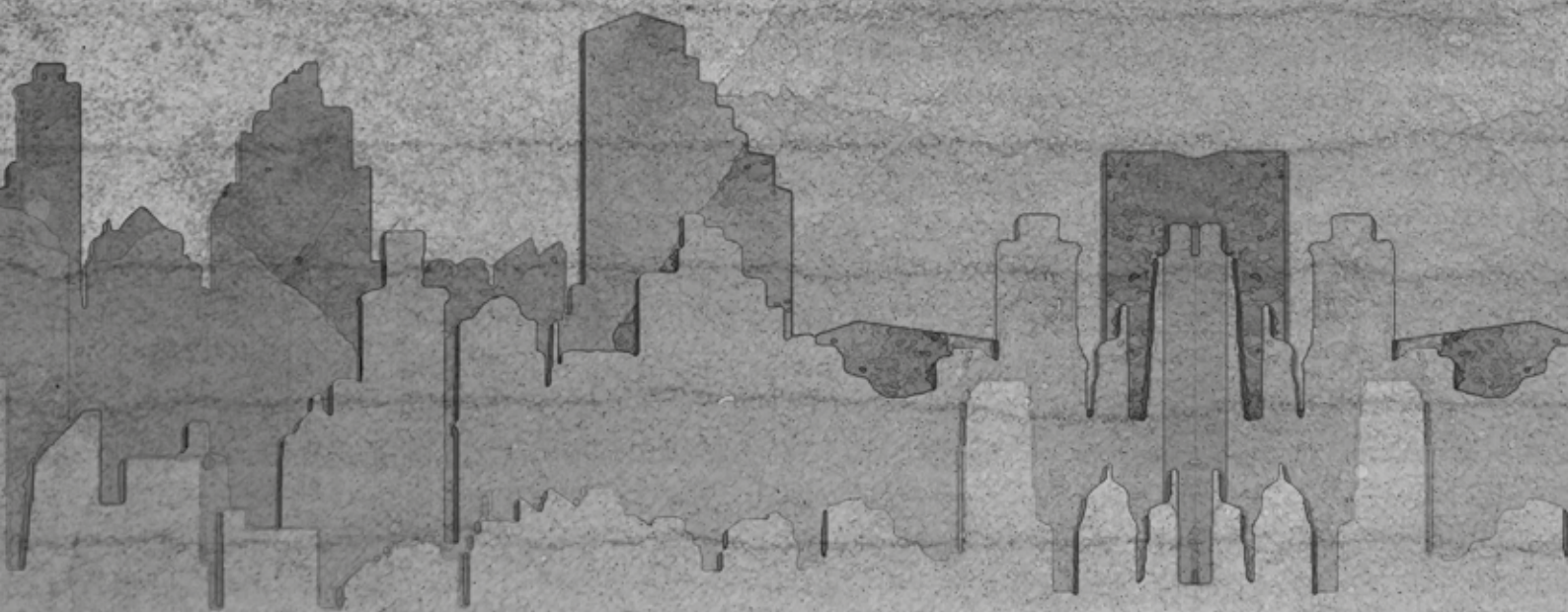


La ciudad: clave para la sustentabilidad

Pedro César Cantú-Martínez*

ORCID: 0000-0001-8924-5343

* Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, México.
Contacto: cantup@hotmail.com





Al referirnos al concepto de ciudad, se contempla no únicamente lo que refiere a la infraestructura física y los diseños arquitectónicos, sino también aquellas dinámicas sociales, culturales, económicas y políticas que se manifiestan en los espacios urbanos. Las metrópolis son un microcosmos de tendencias colectivas más amplios, actúan como crisoles donde diversas personas interactúan, colaboran y, en múltiples ocasiones, cuentan con construcciones sociales distintas. Comprobadamente, han sido esenciales en el desarrollo de la civilización humana. Desde las ciudades-Estado de la progresiva Grecia hasta las grandes metrópolis del imperio romano, donde el modelo de organización política se caracterizaba por tener un gobierno propio y soberano. Estos núcleos metropolitanos ostentaban una profusa actividad comercial con constantes avances también en materia de conocimiento (Muñiz, 2009).

La importancia histórica de las formaciones urbanas no reside únicamente en su disposición y composición física, sino en su función como centros de poder y redes de interacción (Burbano, 2014). Marcos teóricos clave, por ejemplo, la teoría de la urbanización, sugieren que las ciudades son el resultado lógico del excedente agrícola y la estratificación social, lo que permite la especialización y la división del trabajo, que impulsan aún más el crecimiento y la complejidad. De esta manera, la urbe como entidad que se extiende de la percepción humana busca proyectar un espacio en el que descansa la democracia, la equidad, la diversidad y la tolerancia, además de la disposición a recursos que fa-

vorezcan el mejoramiento de las condiciones y la calidad de vida de las personas (Guevara-Cue, 2025). Por tal motivo, en este documento abordaremos qué son las ciudades, las dinámicas que coexisten, para finalmente culminar con algunas consideraciones en relación a su sustentabilidad.

¿QUÉ ES UNA CIUDAD?

Desde la perspectiva de Fernández (1977), una ciudad es un una red compleja de partes o componentes vinculados, donde las gestiones humanas se entrelazan por propagaciones o inoculaciones de información y prácticas que interactúan a la par, en un contexto que progresa paulatinamente y se transfigura con el tiempo. Del mismo modo, dentro de esta dimensión citadina, Perico-Agudelo (2009, p. 282) postula que: "Las ciudades son el producto de un proceso de construcción social que se desarrolló desde que el ser humano se convirtió en sedentario y se organizó en comunidad". Dicho mecanismo humanizador de la naturaleza posiblemente tuvo su génesis hace 5,000 años, particularmente en Europa, donde es evidente la transformación del paisaje en vastas comarcas.



Adicionalmente, Domenach y Picouet (1995) consideraban seriamente que este proceso de dominio y desenvolvimiento que despliega toda actividad humana sobre el entorno natural, a escala material, social y biológica, ha suscitado que durante la última mitad del siglo XX se haya incrementado la antropización del ambiente mediante la creación del espacio citadino –que también se le conoce como lo urbano–, cuya circunscripción se muestra a través de distintos rasgos y atributos que descuellan en ella. Entre estas singularidades hallamos la cantidad y la densidad de gente en territorios compactos, la configuración del centro poblacional, la presencia de actividades no relacionadas con las ocupaciones agropecuarias, también la condición y manera de vida de las personas, sin dejar de lado las innegables peculiaridades sociales que le son distintivas, entre otras, como lo afirmaba y hacia saber Capel (1975) tiempo atrás.

DINÁMICA DE UNA CIUDAD

Las ciudades son lugares en los que reside una gran conglomeración de personas realizando un sinnúmero de actividades. Estos espacios se erigen en enormes laberintos llenos de edificios, viviendas, establecimientos y calles. En estas, hay numerosas oportunidades de carácter laboral, pero también problemas que se denotan por el tráfico y la contaminación; inclusive coexisten distintos matices de bienestar colectivo y paisajes. Estos espacios citadinos se pueden habitar cuidadosamente o subsistir en ellos de manera inconsciente (Ayala-Gándara, 2025). Es así que para adentrarnos en este ámbito se describirán algunas consideraciones de acuerdo con las dimensiones económica, social y ambiental que confluyen en el entorno de una ciudad.

Contexto económico

Al evaluar los espacios promovidos por la creación de las ciudades, en opinión de Henri Lefebvre, éstos deben concebirse como sitios activos, abarrotados y dotados de sentido, en los que de modo incesante se intercambian insumos y productos que se crean, utilizan, se ofertan y compran, provenientes de una evidente organización de trabajo y de redes de distribución (Baringo-Ezquerro, 2025). Así, es apreciable la manera en que destacan intrincadas relaciones económicas, las cuales van configurando la esfera urbanizada. Adicionalmente, un centro metropolitano puede ser diferenciado por sus características financieras en las que coexisten actividades entreveradas de orden monetario, de manufactura, servicios y comercio (Puga, 2010). Por esta razón, se convierten en áreas de innovación y progreso, fungiendo como polos de negocio, finanzas, ciencia y tecnología (Díaz-Lanchas, 2020).

Por ello, todo colectivo social genera su plaza aprovechando la oportunidad, éste contiene un derrotero histórico que le antecede a cada momento. Así se erige un proceso perpetuo e incompleto que se sostiene en un armazón conceptual cuyo apoyo son las nociones de representación simbólica y las prácticas socioeconómicas que se ejercen en estos mismos (Baringo-Ezquerro, 2025). En primera instancia, las concepciones del espacio conllevan, por ejemplo, el reconocimiento de las vinculaciones productivas que coexisten dentro del tejido social y la priorización en cómo estas ilaciones se asignan e imponen. Mientras el espacio simbólico se concibe de la manera en que los miembros de la sociedad pretenden y desean catalogarlo, sistematizarlo y, posteriormente, apropiarse de él. En tanto, el práctico se compone de los nexos colectivos de productividad y multiplicación, en particular la parcelación del trabajo y la interacción que se determina entre las personas.

Todo lo anterior exterioriza que en las ciudades se encuentran altas concentraciones de mano de obra calificada, con competencias, habilidades y destrezas



que ponen de manifiesto el valioso conocimiento acopiado, el cual está en correspondencia con la complejidad de los bienes y servicios que se ofrecen a través de los diversos productos y mercancías que se desarrollan en su seno (Balland *et al.*, 2020). No obstante la vitalidad económica de las ciudades, el panorama que plantea es que agrava también las disparidades, ya que los beneficios que se generan no suelen distribuirse por igual entre sus miembros.

Escenario social

Los espacios urbanos determinados como circunscripciones de orden geográfico se hallan permanentemente remozados y revitalizados con el objeto de solventar las necesidades de su población, además de crear nuevos medios de producción y consumo. Con lo cual se establece, siempre desde un marco colectivo, una renovación funcional y estética, aunque esto conlleva efectos de polarización al generar un distanciamiento entre sus miembros (Zunino, 2002). Al continuar en esta línea discursiva, encontramos –como punto concordante– que todas las ciudades en su progresión se van convirtiendo en un crisol en el que confluyen distintos mosaicos que se encuentran en constante transformación social con noveles conductas espaciales (Harvey, 1989; Sassen, 1991).

Por consiguiente, en los últimos años se ha venido observando un cambio paulatino de las ciudades en el mundo,

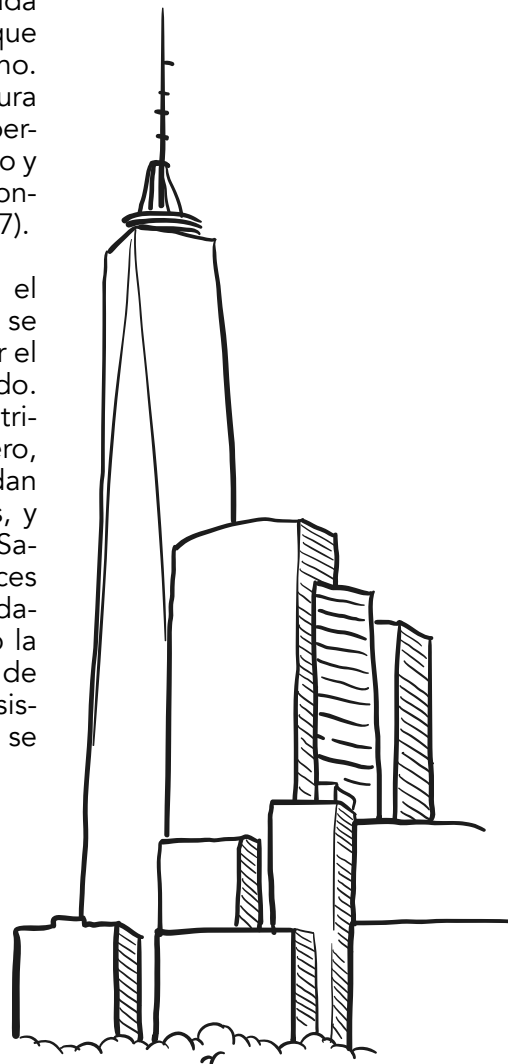


así como de las zonas citadinas resultado de la interacción y avance en materia socioeconómica, cultural y tecnocientífica (Segovia, 2007). Esta confluencia ha conllevado conversiones con mucha notabilidad en la esfera social que se han caracterizado por una reorganización versátil en la forma de morar, armonizar y racionalizar (Remedi, 2003). Pero donde, además, hoy es ineludible que las conmutaciones en el plano colectivo de las ciudades también han confluído hacia tendencias contradictorias, producto de las tensiones que se generan entre las tradiciones culturales y la modernización constante que subyace en las dinámicas sociales. Por consiguiente, se observan situaciones de inequidad, desigualdad, marginalidad, exclusión y discriminación.

Entorno ambiental

El superlativo rostro de la modificación del entorno natural se concentra en las ciudades, sin duda la expresión más grande de transformación que crea y perpetúa lo denominado como humano. Esto es palpable por la sustitución de la cobertura vegetal permeable por otra compacta e impermeable, la cual se distingue por el uso de asfalto y concreto. Este accionar afecta la totalidad de condiciones ambientales (Cuadrat-Prats *et al.*, 2017).

Son diversos los factores que inciden en el deterioro climático en las urbes. Entre éstos se pueden apreciar intervenciones adoptadas por el sector público, y otras impulsadas por el privado. Es así que las metrópolis son consideradas contribuyentes en la emisión de gases de invernadero, por las actividades lucrativas y sociales que dan génesis a la vida productiva de las empresas, y por el incremento demográfico constante (Salinas Arreortua, 2016). Se comprende entonces que en las ciudades son muchas las eventualidades que pueden surgir ambientalmente; pero la más considerable resulta del desconocimiento de cómo actúan las complejas vinculaciones ecosistémicas y los propios procesos dinámicos que se construyen en derredor.



CONSIDERACIONES FINALES

La contrariedad que se advierte en las ciudades alrededor del mundo es sumamente alarmante. En particular porque la agenda sobre sustentabilidad urbana en el concierto internacional especifica que para 2030 todas las metrópolis deben ser categorizadas como sitios estables, incluyentes, de reciprocidad y justos. Sin embargo, aún coexisten desarrollos residenciales que desmienten este discurso, al mostrar desabasto de servicios públicos, carentes de infraestructuras y equipamientos, sin proveer una vivienda digna o fuentes de trabajo y con escenarios ambientales hostiles. Estos entornos ciudadanos provocan una notoria desilusión al estar alejados de una planeación y seguimiento en materia de sustentabilidad urbana.

REFERENCIAS

- Ayala-Gándara, Valdemar. (2025). Prólogo. Consideraciones sobre la belleza resolutive, en: G. Carmona y M.E. Mery (coords.), *Arquitectura y ciudad. Gestión, proyecto y sustentabilidad* (pp. 7-10), México, Labýrinthos Editores.
- Balland, Pierre, Jara-Figueroa, Cristian, Petralia, Sergio, *et al.* (2020). Complex economic activities concentrate in large cities, *Nature Human Behaviour*, 4(3), 248-254.
- Baringo-Ezquerro, David. (2025). La tesis de la producción del espacio en Henry Lefebvre y sus críticos: un enfoque a tomar en consideración, *Quid*, 16(3), 119-135.
- Burbano, Andra M. (2014). La investigación sobre el espacio público en Colombia: su importancia para la gestión urbana, *Territorios*, (31), 185-205.
- Capel, Horacio. (1975). La definición de lo urbano, *Estudios Geográficos*, 138-139, 265-301.
- Cuadrat-Prats, José M., De la Riva-Fernández, Juan, López-Martín, Fernando, *et al.* (2017). Ciudad y medio ambiente, *Geographicalia*, 30, 113-123.
- Díaz-Lanchas, Jorge. (2020). Ciudades y crecimiento económico: una relación convulsa y prometedora, *Panorama Social*, 32, <https://www.funcas.es/articulos/ciudades-y-crecimiento-economico-una-relacion-convulsa-y-prometedora/>

Domenach, Herve, Picouet, Michel (dir.) (1995). *Les Migrations, Collection "Que sais-je?"*, Paris, Presses Universitaires de France.

Fernández, José M. (1997). *Planificación estratégica de ciudades*, España, Editorial Gustavo Gili S.A.

Guevara-Cue, Gabriela. (2025). ¿Qué hay de nuevo, viejo? Reflexiones sobre la anhelada ciudad justa, *Revista Ensayo - Arquitectura PUCP*, 6, 97-115.

Harvey, David. (1989). *The condition of postmodernity: an enquiry into the origins of cultural change*, New York, Blackwell.

Muñiz, Norberto. (2009). Marketing de ciudades. Casos exitosos en el mundo de transformación y promoción urbana: Barcelona, Bilbao, La Haya, Dubai y Abu Dhabi, Medellín, en: J.L. Munuera, A.I. Rodríguez (coord.), *Casos de marketing estratégico en las organizaciones*, España, Editorial ESIC.

Perico-Agudelo, David. (2009). El espacio público de la ciudad: una aproximación desde el estudio de sus características microclimáticas, *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 2(4), 278-301.

Puga, Diego. (2010). The magnitude and causes of agglomeration economies, *Journal of Regional Science*, 50(1), 203-219.

Remedi, Gustavo. (2003). La ciudad latinoamericana S.A. (o el asalto al espacio público), en: M. Charrierre (org.), *Las dimensiones del espacio público. Problemas y proyectos* (pp. 15-24), Buenos Aires, Subsecretaría de Planeamiento, Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires.

Sassen, Saskia. (1991). *The global city: New York, London, Tokyo, Princeton*, Princeton University Press.

Zunino, Hugo M. (2002). Formación institucional y poder: investigando la construcción social de la ciudad, *EURE (Santiago)*, 28(84), https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0250-71612002008400006&script=sci_arttext&tlng=pt

Descarga aquí nuestra versión digital.



La ciudad: clave para la sustentabilidad

Resumen

Cuando se aborda lo que es una ciudad, desde el desarrollo sustentable, no sólo se está considerando la infraestructura urbana existente, además, hay que contemplar cómo las personas viven y se relacionan entre sí. Así, las ciudades son espacios donde diferentes culturas, ideas y actividades se entrelazan. En ellas, la gente convive, trabaja, se ayuda y continuamente tienen opuestas maneras de ver las cosas. Por lo tanto, una ciudad no describe sólo al lugar físico, es un recinto pleno de vida y complejidad social. No obstante, todavía coexisten ámbitos urbanos que contradicen este razonamiento sobre sustentabilidad.

Palabras clave: ciudad, sustentabilidad, ciudad sustentable, desarrollo sustentable, medio ambiente.

The city: key to sustainability

Abstract

When addressing what a city is, from sustainable development, not only is the existing urban infrastructure considered, but it is also necessary to consider how people live and relate to each other. Thus, cities are spaces where different cultures, ideas and activities intertwine. In them, people live together, work, help each other and continuously have opposite ways of seeing things. Therefore, a city does not only describe the physical place, but is also an enclosure full of life and social complexity. However, urban areas that contradict this reasoning about sustainability still coexist.

Keywords: city, sustainability, sustainable city, sustainable development, environment.



COLABORADORES

Alejandra E. Arreola Triana

Maestra en Ciencias en Periodismo de Ciencia y Tecnología por la Texas A&M. Estudiante de doctorado en la FFyL-UANL. Profesora de la FCB-UANL, donde imparte cursos de comunicación de la ciencia en seis de los programas de posgrado.

Alondra González Patiño

Egresada de la FMVZ. Labora como médica veterinaria en el área de pequeñas especies.

Alonso Albalade Ramírez

Ingeniero químico. Maestro en Ciencias, con Orientación en Procesos Sustentables. Candidato a doctor en Ciencias, con Orientación en Procesos Sustentables, por la UANL. Sus principales líneas de investigación se centran en el diseño de procesos de valorización sustentable de residuos sólidos, enmarcados en esquemas de economía circular y ecoeficiencia.

Andrés Adrián Urías Salazar

Ingeniero agrónomo general; maestro y doctor en Ciencias, en Sistemas Agropecuarios y Medio Ambiente, por la UAT. Académico de asignatura en la UVM. Con líneas de investigación en mejoramiento genético de especies vegetales a través de mutación inducida con enfoque en estrés abiótico.

Esmeralda Vega Vázquez

Licenciada en Producción Agropecuaria Sustentable por la UAQ. Ha participado en proyectos como huertos comunitarios, diseño de jardines para polinizadores, apicultura, bioinsumos, lombricomposta y bosques comestibles.

Ever Efraín García Balandrán

Ingeniero bioquímico y maestro en Sistemas Ambientales. Cursa el Doctorado en Ciencias, con orientación en Procesos Sustentables, en la UANL. Su trabajo de doctorado se centra en la evaluación tecnoeconómica y ambiental de sistemas de gestión de residuos industriales y comerciales en el Área Metropolitana de Monterrey,

utilizando herramientas de análisis de ciclo de vida y valorización energética mediante procesos de valorización *Waste-to-Energy*.

Gerardo Méndez Zamora

Doctor en Filosofía en Ciencias Agropecuarias por la UACH. Profesor e investigador en la FA-UANL. Su investigación se centra en ciencia de la carne, de los lácteos, ciencia avícola, tecnología de alimentos y ciencia animal. Miembro del SNII, nivel I.

Gustavo Sobrevilla Hernández

Médico veterinario zootecnista por la UV. Doctor en Ciencias, con orientación en Inmunobiología, y maestro en Ciencia Animal por la UANL. Miembro de la Asociación Mexicana de Profesionistas en Caprinos y del Colegio Estatal de Médicos Veterinarios Zootecnistas de Veracruz. Su línea de investigación se centra en la aplicación de nanotecnología y compuestos naturales en la nutrición e inmunomodulación animal, buscando alternativas innovadoras para mejorar la eficiencia productiva y reducir el uso de antimicrobianos.

Jocelyn Cyan López Puga

Médica veterinaria zootecnista, maestra y doctora en Ciencia Animal por la UANL. Desarrolla investigación aplicada en la producción animal sustentable, especialmente en pequeños rumiantes, nutrición, producción caprina y uso de compuestos naturales en la alimentación animal. Profesora de asignatura en la FMVZ-UANL. Miembro de la American Society of Animal Science, la International Goat Association y la Asociación Mexicana de Profesionistas en Caprinos.

Jorge Jesús Rodríguez Rojas

Biólogo y entomólogo Médico por la UANL. Investigador en el CIDICS-UANL. Su trabajo se centra en la ecología, distribución y diversidad de artrópodos hematófagos y reservorios de patógenos zoonóticos en diversas áreas, alimentadores artificiales, trampas y atrayentes para artrópodos vectores. Miembro del SNII.

Jorge R. Kawas Garza

Ingeniero agrónomo zootecnista por la UANL. Maestro en Ciencias por la Mississippi State University y doctor en Filosofía (Ph.D.) por la University of Wisconsin-Madison. Realizó estancia como profesor invitado en el Programa de Pequeños Rumiantes de la Universidad de California en Davis. Profesor e investigador en la FA-UANL. Su trabajo se centra en el área de nutrición animal, especialmente en rumiantes, alimentación, fisiología digestiva y aprovechamiento de subproductos agroindustriales en la producción animal. Miembro del SNII, nivel I.

Leandro Schwertner Charão

Ingeniero forestal y maestro en Silvicultura por la UFSM-Brasil. Doctor en Ciencias, Sistemas Agropecuarios y Medio Ambiente por la UAT. Profesor asistente nivel 4 en la UNEMAT-Brasil. Sus líneas de investigación son germinación de semillas, biología reproductiva y silvicultura.

Luis Eduardo Tamayo Ruiz

Ingeniero en Desarrollo Sustentable por la UniCACH. Maestro en Ciencias, Sistemas Agropecuarios y Medio Ambiente, y doctor en Ciencias en Sistemas Agropecuarios y Medio Ambiente por la UAT. Sus líneas de investigación son déficit hídrico, utilización de nanopartículas para mitigar los efectos de factores abióticos en hortalizas e injertos en la agricultura. Académico de asignatura en la UVM y miembro del Centro de Investigación Innovación y Desarrollo Tecnológico-UVM.

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 y cultura y estudios sociales de la innovación. Ha trabajado con distintos colectivos que van de las grandes empresas mexicanas a las pequeñas producciones agrícolas, pasando por las bibliotecas y los pequeños negocios de migrantes mexicanos en Estados Unidos. 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.

Martín Jonatan Torres Olvera

Licenciado en Biología y maestro en Gestión Integrada de Cuencas. Docente en la UAQ, bachilleres y licenciatura. Sus líneas de investigación son ecología de ríos, bioindicadores acuáticos (macroinvertebrados) y biomonitorio.

Omar Yair Durán Rodríguez

Especialista en ecología en ríos, manejo de ecosistemas dulceacuícolas y recursos hídricos. Reconocido por su trabajo en el estudio de macroinvertebrados acuáticos y monitoreo biológico de ríos en el país. Miembro del grupo especializado de Saneamiento de la Comisión de Cuenca del Río Querétaro y del Consejo Consultivo del Agua del Estado de Querétaro.

Pasiano Rivas García

Ingeniero químico, maestro y doctor en Ciencias en Ingeniería Química. Profesor titular "A" de tiempo completo en la FCQ-UANL. Investiga proyectos orientados a la economía circular, valorización sustentable y caracterización de residuos, producción más limpia y generación de biocombustibles, análisis de ciclo de vida, ingeniería de costos, sistemas de información geográfica y modelado matemático de la digestión anaerobia.

Pedro César Cantú Martínez

Doctor en ciencias biológicas. Doctor Honoris Causa, con la Mención Dorada Magisterial, por el OIICE, y en Bioética, por la UANL. 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 Publica y Nutrición (RESPyM)*. Miembro del Comité Editorial de Artemisa del Centro de Información para Decisiones en Salud Publica de México

Rosa María Sánchez Casas

Entomóloga médica por la UANL. Profesora investigadora en la FMVZ-UANL. Colabora como investigadora en el CIDICS-UANL, en los temas detección de patógenos, control y biología de artrópodos de importancia médica y veterinaria. Miembro del SNII.

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, entendiendo 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.
- Los autores deberán revelar el uso de contenidos generados por IA y herramientas asistidas por IA en su proceso de escritura.

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 subirse en la página:
<https://cienciauanl.uanl.mx/ojs/index.php/revista/index>

Para cualquier comentario o duda estamos a disposición de los interesados en:
Tel: (5281) 8329-4236. <http://www.cienciauanl.uanl.mx/>

o bien en la siguiente dirección:
revista.ciencia@uanl.mx

¡SÍGUENOS EN NUESTRAS REDES SOCIALES!



Instagram: @revistaciencia_uanl



Facebook: RevistaCienciaUANL