



Identificación de compuestos fenólicos en albahaca (*Ocimum basilicum L.*) para elaboración de repelente para *Aedes aegypti*. Identification of phenolic compounds in basil (*Ocimum basilicum L.*) for the elaboration of a repellent for *Aedes aegypti*.

Vázquez-García A.,¹Romo-Aguirre A. S.,¹ Castro- Hernández S.I., Alba-Romero J.J.,² Martínez-Romero A.,² Niño-Castañeda M. S.,³ Moran-Mártinez J.,³ Hernández-González S. I.*²

¹ Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Artículo 123 s/n, Fracc. Filadelfia. C.P.35010, Gómez Palacio, Durango, México.

² Laboratorio B de Investigación del Departamento de Bacteriología Médica Diagnóstica y Salud Pública. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Artículo 123 s/n, Fracc. Filadelfia. C.P.35010, Gómez Palacio, Durango, México.

³ Departamento de Biología Celular y Ultraestructura. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Coahuila Unidad Laguna. Av. Morelos no. 900 Ote. C.P. 27000, Torreón Coahuila

*Autor de correspondencia: Dra. Sandra Isabel González Hernández
Correo: sandra.hernandez@ujed.mx

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo identificar compuestos fenólicos presentes en hojas de *Ocimum basilicum L.* (albahaca) para elaborar un repelente natural contra *Aedes aegypti*, vector de enfermedades como dengue, zika y chikungunya. El aceite esencial se obtuvo mediante hidrodestilación con aparato Clevenger y se comparó con aceites comerciales. Posteriormente, se formuló un repelente líquido a partir del aceite extraído y se identificaron los compuestos activos mediante cromatografía en capa fina (TLC), determinándose la presencia de eugenol como principal componente fenólico. El diseño experimental incluyó análisis de estabilidad a 0, 3 y 6 meses, empleando el factor de retención (Rf) como parámetro de referencia. Los resultados mostraron una disminución progresiva del Rf con el tiempo, indicando degradación del eugenol y pérdida de estabilidad del repelente. Se concluye que el aceite esencial de albahaca presenta potencial repelente, sin embargo, la formulación actual requiere ajustes en pH y almacenamiento para conservar su eficacia. Este trabajo aporta bases experimentales para el desarrollo de repelentes naturales sustentables frente a los productos sintéticos actualmente utilizados.

Palabras clave: *Ocimum basilicum L.*, eugenol, repelente natural, estabilidad, *Aedes aegypti*.

ABSTRACT

This study aimed to identify phenolic compounds in *Ocimum basilicum L.* (basil) leaves to develop a natural repellent against *Aedes aegypti*, the vector of dengue, zika, and chikungunya. Essential oil was extracted through hydrodistillation using a Clevenger apparatus and compared with commercial oils. A liquid repellent was then formulated from the extracted oil, and the active compounds were identified using thin-layer chromatography (TLC), confirming eugenol as the main phenolic component. The experimental design included stability analyses at 0, 3, and 6 months, with the retention factor (Rf) used as the reference parameter. Results revealed a gradual decrease in Rf over time, indicating eugenol degradation and reduced product stability. It was concluded that basil essential oil possesses repellent potential; however, formulation adjustments in pH and storage conditions are necessary to maintain its effectiveness. This research provides experimental evidence supporting the development of sustainable, plant-based repellents as natural alternatives to synthetic products.

Keywords: *Ocimum basilicum L.*, eugenol, natural repellent, stability, *Aedes aegypti*.

INTRODUCCIÓN

Aedes aegypti es un mosquito de relevancia epidemiológica por su capacidad de transmitir dengue, zika y chikungunya, constituyendo un desafío de salud pública especialmente en regiones tropicales donde las condiciones ambientales favorecen la proliferación vectorial (Harapan et al., 2020). La Organización Panamericana de la Salud ha reportado incrementos significativos en la incidencia de estas enfermedades, las cuales pueden manifestarse clínicamente con complicaciones severas que incrementan la carga asistencial y social de los sistemas sanitarios (OPS, 2016; Freitas et al., 2020). La epidemiología del dengue en México ha mostrado un aumento constante en incidencia (Dehesa & Gutiérrez, 2019; Torres-Galicia et al., 2014). Para mitigar este impacto, diversos ministerios de salud han implementado sistemas de vigilancia epidemiológica semanales, con el fin de monitorear brotes, evaluar tasas de infestación y diseñar estrategias preventivas adecuadas (Secretaría de Salud, 2025; Subsecretaría de Políticas de Salud, 2025).

La biología del vector se caracteriza por una notable adaptación ecológica, especialmente a reservorios domésticos y urbanos donde la acumulación clandestina de criaderos y el almacenamiento doméstico de agua permiten derivados de plantas aromáticas con actividad repelente documentada (Maia & Moore, 2011).

Las plantas aromáticas producen metabolitos secundarios volátiles como mecanismo de defensa contra herbívoros y predadores, actuando mediante propiedades repelentes, antioxidantes y antibacterianas (Benavides et al., 2018; Kowalewska & Majewska-Smolarek, 2023). el uso agrícola y medicinal de la albahaca ha sido estudiado (Reyes-Araujo et al., 2020). Reportes históricos ya describían plantas insecticidas (Roark, 1947). La albahaca (*Ocimum basilicum* L.) destaca por su composición rica en compuestos fenólicos y aceites esenciales (Shahrajabian et al., 2020; Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2023). El eugenol es reconocido por su actividad insecticida, larvicida, antioxidante y capacidad de repeler artrópodos hematófagos como *A. aegypti* (Adhikari et al., 2022; Muñoz-Shugulí et al., 2021). La estructura molecular del eugenol, rica en dominios hidrofóbicos, favorece interacciones con cutículas lipídicas y receptores olfativos del mosquito, modulando el comportamiento de búsqueda de hospedero (NCBI, 2021; Dickens & Bohbot, 2013).

No obstante, el eugenol presenta susceptibilidad a procesos oxidativos dependientes de las condiciones ambientales. Bajo exposición lumínica, oxidación atmosférica y presencia de radicales hidroxilo, su estabilidad se ve comprometida,

su persistencia estacional. Dicha reproducción se ve favorecida por parámetros ambientales como temperatura y humedad, que incrementan tasas larvianas y la sobrevivencia de estadios inmaduros (Soria, et al., 2019; Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, 2023). Su ciclo de vida se favorece por condiciones de humedad (Chico-Aldama et al., 2019). En consecuencia, la proliferación de *A. aegypti* está asociada con dinámicas urbanas contemporáneas, lo que exacerba brotes recurrentes con elevados costos socioeconómicos, particularmente en zonas sin infraestructura hídrica eficiente (Durán-Arenas, 2015).

Históricamente, el control del vector ha dependido del uso de repelentes sintéticos, considerados la primera línea de defensa frente a la hematofagia del mosquito (Fradin & Day, 2002; Manjarres-Suarez & Olivero-Verbel, 2013). Sin embargo, la exposición prolongada a compuestos químicos ha demostrado potencial toxicidad en humanos y fauna no objetivo, además de estimular la aparición de resistencia química en distintas poblaciones vectoriales (ATSDR, 2017; Isman, 2006). Adicionalmente, se han observado diferencias regionales en su efectividad, condicionadas por variabilidad genética poblacional, comportamiento del hospedero y patrones de uso local (Manrique-Saide et al., 2016). Esto ha impulsado la investigación hacia alternativas de origen biobasado, particularmente extractos y aceites esenciales

induciendo alteraciones en propiedades ópticas, reducción de actividad biológica y degradación fenólica progresiva (Sun et al., 2021; Li et al., 2022; Machado et al., 2022). Estos procesos disminuyen su eficacia repelente a largo plazo, lo que constituye una limitación dentro del aprovechamiento industrial de aceites esenciales.

La caracterización química de estos metabolitos suele realizarse mediante cromatografía en capa fina, herramienta que permite observar puntos de retención específicos y evaluar su pureza o la presencia de derivados oxidados (Méndez, 2023).

En contexto experimental, la extracción de aceites esenciales se lleva a cabo principalmente mediante hidrodestilación, método tradicional altamente confiable que se estandariza utilizando el aparato de Clevenger, estructurado bajo normativas oficiales de seguridad y almacenamiento destinadas a evitar variaciones físico-químicas durante la conservación prolongada (Muñoz-Shugulí, et al., 2021). La hidrodestilación continúa siendo el método clásico de extracción (Cerpa-Chávez, 2007). Aceites como el de clavo, con perfiles fenólicos semejantes al de albahaca, muestran comportamientos oxidativos comparables, confirmando la relevancia de estrategias de protección molecular (Bermúdez-del Sol et al., 2024; Machado et al., 2022).

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó con hojas frescas de *Ocimum basilicum* L. recolectadas en Francisco I. Madero, Coahuila. El aceite esencial fue obtenido mediante hidrodestilación con aparato Clevenger. Se comparó con aceites comerciales y se formuló un repelente líquido a base del aceite extraído. La identificación de compuestos se efectuó mediante cromatografía en capa fina (TLC), utilizando eugenol puro como estándar. Se determinó el factor de retención (Rf) y se realizaron análisis de estabilidad durante 0, 3 y 6 meses a temperatura controlada (30 ± 2 °C, $65 \% \pm 5 \%$ HR).

RESULTADOS

Los resultados de la cromatografía en capa fina mostraron la presencia del compuesto fenólico eugenol como principal componente del aceite esencial de albahaca. Durante el estudio de estabilidad, se observó una disminución gradual en los valores de Rf a medida que avanzaba el tiempo, indicando la degradación del eugenol y una reducción en la efectividad del repelente formuladoniñas se tuvo 56.6% de participación y en los niños el 43.3%.

Tabla 1. Especificaciones y resultados del estudio de pruebas piloto de estabilidad acelerada en un periodo de 6 meses con una frecuencia de análisis de 0, 3 y 6 meses en condiciones de $30 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ / humedad ambiente o $65\% \pm 5\%$ HR según la NOM-073-SSA1-2015.

Muestra	Condición:	$30 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C} / 65\% \pm 5\% \text{ HR}$		
	Frecuencia de análisis:	Resultado al Mes 0*	Resultado al Mes 3*	Resultado al Mes 6*
Aceite elaborado		RF: 0.55	RF 0.15	RF 0.05
Aceite comercial		RF: 0.55	RF 0.15	RF 0.05
Repelente elaborado		RF: 0.55	RF 0.15	RF 0.05

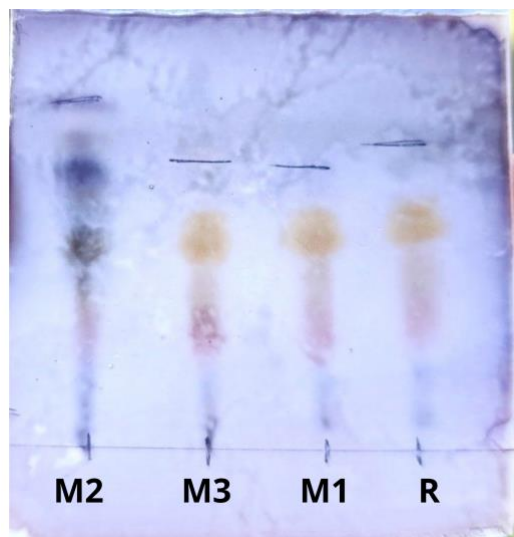


Figura 1. Placa de cromatografía realizada al mes 0, de elaborarse el repelente, R (eugenol puro), M1 (aceite elaborado), M2 (aceite comercial), M3 (repelente elaborado).

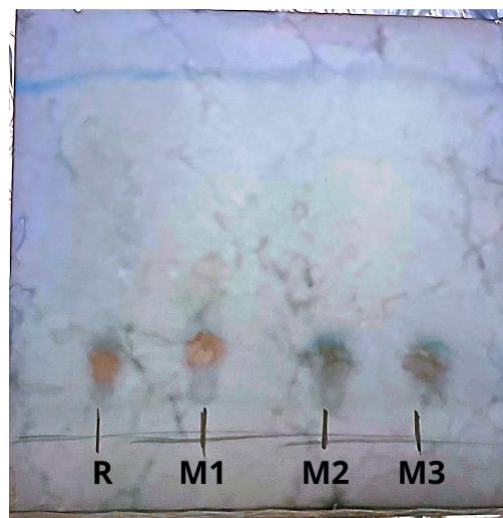


Figura 2. Placa de cromatografía realizada al mes 3, de elaborarse el repelente, R (eugenol puro), M1 (aceite elaborado), M2 (aceite comercial), M3 (repelente elaborado).

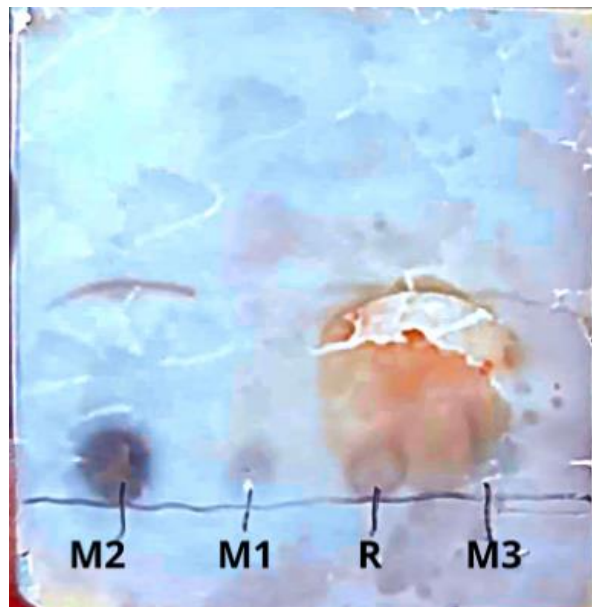


Figura 3. Placa de cromatografía realizada al mes 6, de elaborarse el repelente, R (eugenol puro), M1 (aceite elaborado), M2 (aceite comercial), M3 (repelente elaborado)

DISCUSIÓN

Los resultados confirman que el aceite esencial de albahaca contiene eugenol, un compuesto con actividad repelente frente a mosquitos. Sin embargo, su estabilidad depende de condiciones ambientales y del vehículo formulativo (Ali et al., 2018; Peng et al., 2015). Las emulsiones y nanoencapsulación permiten protegerlo de oxidación (Hamid et al., 2025; Mondéjar-López et al., 2022). Para atenuar esta degradación, se han diseñado nanoestructuras de protección y emulsiones tipo Pickering, capaces de incrementar la biodisponibilidad, solubilidad y resistencia oxidativa del eugenol mediante encapsulación y estabilización coloidal (Ahmadi et al., 2025). Asimismo, la incorporación de antioxidantes ha demostrado prolongar la vida útil de aceites fenólicos al prevenir su despolimerización y pérdida funcional (Ahmadian et al., 2023; Sarrami et al., 2023). Es necesario optimizar el pH y las condiciones térmicas del producto para mejorar su vida útil.

CONCLUSIÓN

El aceite esencial de albahaca (*Ocimum basilicum L.*) es una fuente natural de eugenol con potencial para formular repelentes contra *Aedes aegypti*. No obstante, la formulación actual requiere mejoras para conservar la estabilidad del compuesto activo y garantizar una mayor duración del efecto repelente.

CONFLICTO DE INTERESES:

Los autores declaran no tener conflicto de intereses en la realización y publicación de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Adhikari K, Khanikor B, Sarma R. 2022. Persistent susceptibility of *Aedes aegypti* to eugenol. *Scientific Reports* 12(1). Recuperado el 25 marzo 2022, de: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06302-8>

Ahmadi F, Suleria HAR, Dunshea FR. 2025. Physicochemical characterization, storage stability behavior, and intestinal bioaccessibility of clove extract encapsulated using varying combinations of gum arabic and maltodextrin. *Foods* 14(2), 237. <https://doi.org/10.3390/foods14020237>

Ahmadian F, Aminzare M, Mohseni M, Hoseini M, Hassanzadazar H. 2023. Eugenol and clove essential oil efficacy on oxidative stability of sunflower oil during accelerated storage. *Journal of Medicinal Plants and By-Products* 12(4), 421–429. <https://doi.org/10.22034/jmpb.2022.128156>

Ali A, Chong C, Mah S, Abdullah L, Choong T, Chua B. 2018. Impact of storage conditions on the stability of predominant phenolic constituents and antioxidant activity of dried Piper betle extracts. *Molecules* 23(2), 484. <https://doi.org/10.3390/molecules23020484>

Ascuasiati AA. 2012. Plagas domésticas: Historia patologías plaguicidas control. Palibrio.

ATSDR. 2015. N,N-dietil-meta-toluamida (DEET): Resumen de salud pública. https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs185.pdf

Benavides A, Hernández REM, Ramírez H, Sandoval A. 2018. Tratado de botánica económica moderna. Plantas útiles sin fines alimentarios. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México. 332 pp.

Bermúdez-del Sol A, Chuquirima-Sarango GN, Gallegos-Cobo AE, Bravo-Sánchez LR. 2024. Characterization and antioxidant activity of the essential oil of *Mespilodaphne quixos*. *Interamerican Journal of Health Sciences* 4, 102.

Cerpa-Chávez MG. 2007. Hidrodestilación de aceites esenciales: modelado y caracterización. Universidad de Valladolid. <https://portaldelaciencia.uva.es/documentos/619ca08fa08dbd1b8f9f0751>

Chico-Aldama P, De Jesús HGF, Del Carmen OER. 2019. Ciclo de vida del *Aedes aegypti* y manifestaciones clínicas del dengue. <http://repositorio.pediatrica.gob.mx:8180/handle/20.500.12103/1532>

Dehesa LE, Gutiérrez AAFA. 2019. Dengue: actualidades y características epidemiológicas en México. *Rev Med UAS* 9(3), 159–170.

Dickens JC, Bohbot JD. 2013. Mode of action of mosquito repellents. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2013.02.006>

Durán-Arenas L. 2015. Costo económico del dengue en México. Recuperado el 18 diciembre 2015, de: https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2015_725.html

Fradin MS, Day JF. 2002. Comparative efficacy of insect repellents against mosquito bites. *New England Journal of Medicine* 347(1), 13–18. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa011699>

Freitas DA, Souza-Santos R, Carvalho LM, Barros WB, Neves LM, Brasil P, Wakimoto MD. 2020. Congenital Zika syndrome: A systematic review. *PLoS One* 15(12), e0242367. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242367>

Hamid KHA, Fauzi MA, Ajit A, Arzmi MH, Azman NAM. 2025. Eugenol Pickering emulsion stabilized by chitosan self-assembled nanoparticles: Fabrication, emulsion stability, antioxidant and antimicrobial activity. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*. <https://doi.org/10.1002/jctb.7905>

Harapan H, Michie A, Sasmono RT, Imrie A. 2020. Dengue: a mini-review. *Viruses* 12(8), 829. <https://doi.org/10.3390/v12080829>

Isman MB. 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture. *Annual Review of Entomology* 51, 45–66. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151146>

Kowalewska A, Majewska-Smolarek K. 2023. Eugenol-based polymeric materials—antibacterial activity and applications. *Antibiotics* 12(11), 1570. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12111570>

Li X, Tao Y, Zhu L, Ma S, Luo S, Zhao Z, Sun N, Ge X, Ye Z. 2022. Atmospheric photooxidation of eugenol: optical and chemical properties. *Atmospheric Chemistry and Physics* 22(11), 7793–7814. <https://doi.org/10.5194/acp-22-7793-2022>

Machado M, Rodriguez-Alcalá LM, Gomes AM, Pintado M. 2022. Vegetable oils oxidation: mechanisms, consequences and protective strategies. *Food Reviews International* 39(7), 4180–4197. <https://doi.org/10.1080/87559129.2022.2026378>

Maia MF, Moore SJ. 2011. Repelentes de insectos a base de plantas. *Malaria Journal* 10(Suppl 1), S11. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-10-S1-S11>

Manjarres-Suarez A, Olivero-Verbel J. 2013. Chemical control of *Aedes aegypti*: a historical perspective. *Revista Costarricense de Salud Pública* 22(1), 68–75.

Manrique-Saide P, Uc-Puc V, Herrera-Bojórquez J, et al. 2016. Efectividad de repelentes comerciales contra *Aedes aegypti* en Yucatán, México. *Salud Pública de México* 58(4), 472–475. <https://doi.org/10.21149/spm.v58i4.8030>

Méndez AM, Penieres-Carrillo JG, Ortega-Jiménez F. 2023. *Cromatografía en capa fina y columna (monografía)*. FES-Cuautitlán, UNAM.

Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. 2023. Factores que incrementan el riesgo de criaderos. <https://www.msps.gov.py/portal/26926/factores-que-incrementan-el-riesgo-de-contar-con-criaderos-de-mosquitos.html>

Mondéjar-López M, López-Jimenez AJ, Martínez JC, Ahrazem O, Gómez-Gómez L, Niza E. 2022. Carvacrol and eugenol chitosan nanoparticles as preservative agents in cosmetics. *International Journal of Biological Macromolecules* 206, 288–297. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.02.164>

Muñoz-Shugulí C, Rodríguez F, Guarda A, Galotto MJ. 2021. Beta-cyclodextrin: eugenol inclusion complexes.

ESPOCH Congresses 1(1), 463–477.
<https://doi.org/10.18502/epoch.v1i1.9584>

NCBI. 2025. PubChem Compound Summary for CID 3314, Eugenol.
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Eugenol>

Organización Panamericana de la Salud. 2016. Instrumento para el diagnóstico y atención a pacientes con sospecha de arbovirosis. OPS.
<https://iris.paho.org/handle/10665.2/31448>

Peng S, Zou L, Liu W, et al. 2015. Storage stability and antibacterial activity of eugenol nanoliposomes. *Journal of Food Protection* 78(1), 22–30.
<https://doi.org/10.4315/0362-028x.jfp-14-246>

Reyes-Araujo DY, Mora-Herrera ME, Lugo J. 2020. Vermicomposteo de lodos y albahaca. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 36(2), 371–381.
<https://doi.org/10.20937/rica.53537>

Roark RC. 1947. Algunas plantas insecticidas prometedoras. *Economic Botany* 1(4), 437–445.

Sarrami S, Mohajeri FA, Sadeghizadeh-Yazdi J, Jambarsang S, Khalili-Sadrabad E. 2023. Antioxidant activity of clove essential oil on sesame oil stability. *Journal of Nutrition and Food Security*.
<https://doi.org/10.18502/jnfs.v8i3.13280>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. 2023. Monografía de la albahaca (*Ocimum basilicum*) [PDF].
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/838446/Albahaca_monografi_a_2023.pdf

Secretaría de Salud. 2025. Panorama epidemiológico de dengue (SE 23-2025) [PDF].
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/1001819/Pano_dengue_SEM23.pdf

Shahrajabian MH, Sun W, Cheng Q. 2020. Componentes químicos y beneficios farmacológicos de la albahaca. *International Journal of Food Properties* 23(1), 1961–1970.
<https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1828456>

Soria C, Almiron WR, Crocco LB. 2021. *Aedes aegypti*: características y relación con el dengue. Universidad Nacional de Córdoba.
<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/154857>

Subsecretaría de Políticas de Salud y Bienestar Poblacional. 2025. Cuadro de casos y defunciones de fiebre chikungunya (SE 23-2025) [PDF].
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/1001820/CuadroCasosyDefuncionesChiksem23_2025.pdf

Sun Y, Chen X, Liu L, Xu F, Zhang X. 2021. Atmospheric oxidation of eugenol by hydroxyl radicals and

ozone. *Science of the Total Environment* 770, 145203.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145203>

Torres-Galicia I, Cortés-Poza D, Becker I. 2014. Dengue en México: análisis de dos décadas. *Gaceta Médica de México* 150(2), 122–127.