

## Exploración del poder antibiótico de especies vegetales mexicanas Exploration of the antibiotic power of Mexican plant species

Alondra Estefanía Medrano Rodríguez<sup>1,a</sup>, Cynthia Gutiérrez Valdivia<sup>1,b</sup>, Luz Gabriela Miranda Palafox<sup>1,c</sup>, Martha Magaly González Lozano<sup>1,d</sup> y Rosa de los Ángeles Sánchez Velázquez<sup>1,e</sup>

María Dolores Rubio Muñiz<sup>1,f</sup>, Fernando Romero Montelongo<sup>1,g</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Nivel Medio Superior de Silao, Universidad de Guanajuato

ae.medranorodriguez@ugto.mx<sup>a</sup>, c.gutierrezvaldivia@ugto.mx<sup>b</sup>, lg.mirandapalafox@ugto.mx<sup>c</sup>, mm.gonzalezlozano@ugto.mx<sup>d</sup>, rdla.sanchezvelazquez@ugto.mx<sup>e</sup>, md.rubio@ugto.mx<sup>f</sup>, f.romero@ugto.mx<sup>g</sup>

### Resumen

El proyecto se centra en la búsqueda de fuentes naturales que inhiban el crecimiento bacteriano, particularmente plantas con compuestos bioactivos utilizados históricamente en la medicina tradicional mexicana. Ante el creciente problema de la resistencia antimicrobiana (RAM), se investigaron como actuaban los extractos metanólicos de cinco especies vegetales recolectadas en la Escuela de Nivel Medio Superior de Silao: chicalote amarilla (*Argemone mexicana* L.), petunia mexicana (*Ruellia simplex*), fresno (*Fraxinus uhdei*), mezquite (*Prosopis laevigata*) y huizache (*Acacia farnesiana*) frente a *Escherichia coli* y 7 cepas bacterianas desconocidas que fueron obtenidas a partir de cultivos provenientes de diferentes objetos de uso cotidiano como son celular, sanitario, manos y bote de basura, por la técnica de difusión en disco. Las bacterias fueron analizadas en morfología y bioquímicamente en pruebas como catalasa, lactosa fermentativa.

Los resultados mostraron que el fresno tuvo el mayor rendimiento de extracción (25 %), mientras que la petunia presentó el menor rendimiento (15%). La totalidad de las bacterias con las que se trabajó fueron Gram negativas catalasa positivo, las bacterias 3, 4 y 5 fueron cocos y el resto bacilos, mientras que únicamente *E. coli* fue lactosa fermentativa. Los extractos metanólicos variaron en eficacia, los mayores diámetros de inhibición para cada especie fueron: Huizache, fresno, chicalote y petunia con 3.79 cm (halo difuminado), 1.91 cm (halo difuminado), 1.30 cm (halo contundente) y 1.67 cm (halo difuminado), respectivamente. Los halos de inhibición de mezquite demostraron mayor actividad inhibiendo crecimiento de todas las cepas bacterianas en diferentes mediciones correspondiendo a 3.11 cm de diámetro de inhibición, el halo más sobresaliente obtenido por esta planta. Estos hallazgos sugieren que los extractos de estas plantas tienen el potencial de ser fuentes de compuestos antimicrobianos naturales efectivos, subrayando la importancia de continuar investigando las propiedades medicinales de las plantas para enfrentar la RAM.

**Palabras clave:** resistencia antimicrobiana; extractos metanólicos, mezquite.

### Introducción

Resistencia antimicrobiana: problema de salud global

El incremento de enfermedades causadas por microorganismos patógenos ha generado un factor de riesgo para la salud pública, la resistencia a los antimicrobianos (RAM) surge cuando las bacterias, los virus, los hongos y los parásitos cambian a lo largo del tiempo y dejan de responder a los medicamentos, lo que hace más difícil el tratamiento de las infecciones e incrementa el riesgo de propagación de enfermedades graves y muerte. (Salud O. M., 2021)

La *Helicobacter pylori*, *Staphylococcus spp*, *Streptococcus pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* y *Salmonella spp* son algunos microorganismos que en los últimos tiempos han demostrado mayores niveles de resistencia a diversas generaciones de antibióticos. Una lista que, desafortunadamente, crece cada vez más y que hace que la resistencia antimicrobiana sea un problema de salud global, calificado en 2020 por la Organización Mundial de la Salud (OMS) dentro de la lista de “problemas sanitarios urgentes de dimensión mundial” (Salud, 2021).

## Extractos vegetales: potenciales antimicrobianos ante RAM

Por ello se buscan fuentes naturales que cohiban el crecimiento bacteriano; descubriendo en las plantas compuestos bioactivos para tal fin (Corzo Barragán, 2012). Las plantas han desarrollado diversas estrategias de defensa contra condiciones de estrés biótico y abiótico, en dichas estrategias se incluyen el desarrollo de estructuras contra sus depredadores, tales como las espinas, las espigas, los tricomas y los pelos glandulares. Así mismo y como parte de la protección química, otra estrategia utilizada por las plantas es la producción de metabolitos secundarios (MS) con actividad antioxidante, antibacteriana, antifúngica, nematocida y farmacológica. Es importante mencionar que también reciben la denominación de productos naturales y tienen un importante y significativo valor medicinal y económico. El poder antibiótico de las plantas ha tenido un mayor reconocimiento y se ha utilizado en la medicina tradicional de diversas culturas a lo largo de la historia. Con el avance de la ciencia moderna se han identificado y confirmado los compuestos activos responsables de estas propiedades, abriendo nuevas vías para el tratamiento de infecciones bacterianas. Las plantas medicinales contienen una variedad de compuestos bioactivos, como alcaloides, flavonoides, terpenoides y fenoles, que exhiben actividades antibacterianas significativas.

La botánica ha sido la medicina más accesible y eficaz para pueblos y comunidades en México. La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) menciona el registro del Instituto Mexicano del Seguro Social de 3000 especies de plantas con atributos medicinales, de las 4000 que se calcula que existen en México, y que representan el 15% del total de la flora mexicana (Naturales, 2021).

Con ello se realizó una exhaustiva investigación a las siguientes especies recolectadas dentro de la institución de Nivel Medio Superior de Silao.



Figura 1. Chicalote

**Chicalote (*Argemone mexicana* L.)** también conocida como cardo santo, en México es posible encontrarla en casi todos los Estados de la República creciendo silvestre en orillas de caminos, diversos cultivos y desde luego en jardines. Es una planta herbácea espinosa, vistosa y con flores amarillo o amarillo brillante, compuesta de 3 sépalos con cuernos elongados y una corona doble.

Se ha usado ancestralmente en México por sus propiedades medicinales diuréticas, laxantes, expectorantes y para tratar problemas gastrointestinales. La planta y semillas contienen un cierto nivel de toxicidad, sin embargo, posee dos importantes alcaloides: la sanguinaria, se incluye en formulaciones para alimentos de ganado y la berberina, que se usa en el tratamiento de pacientes con diabetes tipo 2. (JARDÍN BOTÁNICO CLAVIJERO INECOL, s.f.)

**Petunia mexicana (*Ruellia simplex*)** o campanilla azul mexicana es una planta nativa perenne del territorio mexicano. En México se ha recolectado en la zona centro del país. (Bonilla, 2023)



Figura 2. *Petunia mexicana*

Su uso medicinal con las partes aéreas de esta planta se usa popularmente en personas con diabetes. La raíz es útil por su efecto depurativo, se le atribuye propiedad antioxidante. (Administrador, 2022)



Figura 3. Fresno mexicano

El fresno es un árbol caducifolio, que alcanza alturas de hasta 40 m y 1 metro de diámetro. En México se distribuye desde Sinaloa y Durango hasta Veracruz y Chiapas, desde 1,100 a 2,600 msnm. (FichaPropagacion\_F1\_Fraxinus\_uhdei\_Fresno\_v2.pdf, 2020)

Su uso medicinal (corteza, hoja). La corteza y hojas poseen un alcaloide (*Fraxina*) con propiedades febrífugas. Se ha reportado que esta especie se ha utilizado para combatir la malaria y el paludismo. (53-oleac1m.pdf)

El mezquite es una planta del género *Prosopis* que se distribuye en áreas desérticas y semidesérticas de México. El mezquite es un recurso biótico con amplia distribución geográfica y ecológica lo utilizan como fuente de alimento, combustible y uso medicinal. Los extractos del mezquite se emplean en la medicina tradicional y farmacológica para el tratamiento de enfermedades como disentería. (Rodríguez Saucedo & Rojo Martínez, 2015)



Figura 4. Mezquite blanco



Figura 5. Huizache

El Huizache es uno de los arbustos o pequeños árboles más importantes de lugares perturbados en las regiones secas de México.

Algunos usos medicinales: se usa para curtir, se emplea contra la diarrea, la tifoidea, bazo crecido, la inflamación de la garganta, heridas, dolor de cabeza y contra las nubes en los ojos, empacho, hemorragias vaginales, fuegos en la boca, antiespasmódico, astringente, y contra la tuberculosis, etc. (Pichardo, 2004)

## Metodología

### Recolección de las muestras vegetales

Los especímenes vegetales fueron recolectados de las áreas verdes de la Escuela de Nivel Medio Superior de Silao siendo reconocidos por medio de la aplicación PlantNet y su contraste con la página Enciclovida de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Se seleccionaron solamente las hojas que se mostraran sanas (libres de plagas o enfermedades, sin cortes) de las 5 especies: Chicalote amarilla (*Argemone mexicana* L), Petunia mexicana (*Ruellia simplex*), fresno (*Fraxinus uhdei*), mezquite (*Prosopis laevigata*) y huizache (*Acacia farnesiana*).

### Obtención de los extractos

Las hojas seleccionadas se lavaron con agua destilada y secadas a temperatura ambiente por 1 día, posteriormente fueron secadas entre dos hojas de papel con una estufa de secado a 40°C por 1 día. Una vez secas las hojas, se pulverizaron por separado en morteros de porcelana donde el polvo obtenido fue tamizado por un colador No. 20 y se pesaron 5 g de cada muestra pulverizada. La extracción se llevó a cabo con la totalidad de los polvos de cada espécimen y 50 mL de metanol absoluto por 3 días, pasado este tiempo se filtraron al vacío por papel Whatman No. 2 y se dejó a evaporación natural del solvente determinando al termino el peso de los extractos y su rendimiento.

### Cultivos bacterianos

La cepa bacteriana de *E. coli* fue proporcionada por una institución de salud del Estado de Guanajuato, mientras que las siete cepas bacterianas no identificadas fueron muestreadas de un celular (Bacteria desconocida 1 y 2), manos (Bacteria desconocida 3 y 4), bote de basura (Bacteria desconocida 5) y sanitario (Bacteria desconocida 6 y 7).

### Actividad antimicrobiana

El poder antibiótico de los extractos se realizó utilizando la técnica de difusión en agar empleando cajas de Petri 9 cm con agar nutritivo inoculado por extensión con varilla con 100 µL de una suspensión bacteriana en caldo nutritivo de *Escherichia coli* y las 7 bacterias desconocidas. Cada bacteria se colocó en 2 cajas de Petri donde la primera de ellas fue dividida en 4 secciones mientras que la segunda fue dividida en 3 secciones, obteniendo 7 secciones en cuyo centro fue colocado un disco impregnado con los extractos (5 extractos), control positivo (ceftriaxona) y control negativo (metanol). Los discos preparados son de papel filtro Whatman No. 2 estériles de 5 mm previamente impregnados con 100 µL de cada uno de los extractos, ceftriaxona y metanol. Las placas fueron incubadas a 37°C por 24 horas y se midieron los halos de inhibición de crecimiento bacteriano con vernier.

## Resultados y análisis

### Rendimiento porcentual de los extractos

Se determinó el rendimiento de los extractos utilizando la báscula digital aeADAM. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 1.** Rendimientos de extractos metanólicos obtenidos de hojas de plantas seleccionadas.

Nombre de la planta	Peso del extracto (g)	Rendimiento
Chicalote	0.78	15.6%
Fresno	1.25	25.0%
Huizache	1.07	21.4%
Mezquite	1.04	20.8%
Petunia	0.75	15.0%

Los rendimientos variaron entre 15 % y 25 %. La muestra de Fresno mostró el mayor rendimiento (25%), mientras que la Petunia tuvo el menor rendimiento (15%). Los extractos vegetales obtenidos con la maceración en metanol son esencialmente compuestos bioactivos de polaridad alta debido al solvente utilizado y trayendo a colación la frase “Semejante disuelve a lo semejante”, de modo que podríamos encontrar en estos extractos flavonoides, taninos, saponinas, alcaloides y algunos triterpenos. (Belattar *et al*, 2021)

Por tanto, la planta que presento una mayor cantidad de compuestos activos de alta polaridad fue fresno, seguida de huizache, mezquite, chicalote y petunia mexicana, con el fin de corroborar esto podría ser posible realizar un análisis fitoquímico cualitativo.

### Caracterización de bacterias estudiadas

Las características de las cepas bacteriana utilizadas se muestran en la Tabla 2, incluyendo la presencia de los metabolismos relacionados con lactosa y catalasa y morfología microscópica y colonial.

**Tabla 2.** Caracterización morfológica y bioquímica de cepas bacterianas empleadas.

Cepa bacteriana	Morfología microscópica y clasificación	Prueba de catalasa	Prueba de fermentación de lactosa	Morfología colonial*
E. Coli	Bacilo - Gram negativo	Positiva	Positiva	Circular, mediana, entera, opaca, brillante, no pigmentada, lisa, elevada, suave.
1	Bacilo - Gram negativo	Positiva	Negativa	Pequeña, circular, entera, opaca, sin brillo, no pigmentada, lisa, plana, suave.
2	Coco - Gram negativo	Positiva	Negativa	Grande, irregular, ondulado, transparente, brillante, no pigmentada lisa, plana y suave.
3	Coco - Gram negativo	Positiva	Negativa	Grande, irregular, ondulada, transparente, brillo, no pigmentada, lisa, plana, suave
4	Coco - Gram negativo	Positiva	Negativa	Puntiforme, circular, entera, transparente, sin brillo, no pigmentada, lisa, plana, suave.
5	Coco - Gram negativo	Positiva	Negativa	Puntiforme, pequeña, circular, borde, opaca, brillante, pigmentada (amarilla), lisa, elevada, suave.
6	Bacilo - Gram negativo	Positiva	Negativa	Grande, circular, entera, opaca, sin brillo, no pigmentada, lisa, convexa, suave
7	Bacilo - Gram negativo	Positiva	Negativa	Grande, circular, entera, opaca, sin orilla, no pigmentada, ligeramente rugosa, elevada, suave.

\*La morfología colonial es descrita en base a los siguientes parámetros: tamaño, forma, borde, transparencia, brillo, color, textura, elevación y consistencia.

La prueba de catalasa nos indica la presencia de la enzima citocromo oxidasa en las bacterias aerobias y anaerobias facultativas obteniendo una prueba positiva cuando al adicionar peróxido de hidrogeno a una pequeña muestra bacteriana se generan burbujas producto de la formación de oxígeno y agua, por lo tanto, las bacterias en su totalidad tanto aquellas conocidas como las desconocidas presentan este mecanismo de protección enzimático. Por otro lado, las bacterias estudiadas pueden inferirse que no son bacterias coliformes, ya que no fermentan lactosa en cultivo agar McConkey a excepción de la *E. coli* (bacteria coliforme) (ULPGC. (s. f.)). Sin embargo, es necesario realizar un testeo más exhaustivo para comprobar o descartar estas deducciones mediante otras pruebas bioquímicas.

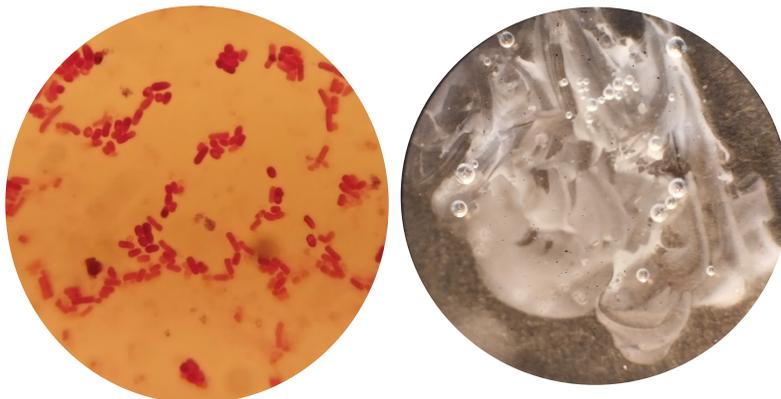


Figura 6. Morfología microscópica y clasificación de Bacteria 1 (izquierda) y prueba de catalasa en *E. coli* (derecha).

#### Actividad Antimicrobiana de los extractos

Los diámetros de los halos de inhibición (en cm) de cada extracto frente a las cepas bacteriana se muestran a continuación:

Tabla 3. Diámetros de halos de inhibición (cm) de los extractos metanólicos obtenidos frente a bacterias empleadas.

Cepa bacteriana	Control positivo (ceftriaxona)	Control negativo (metano)	Extractos vegetales				
			Chicalote	Fresno	Huizache	Mezquite	Petunia
<i>E. coli</i>	4.10	-	1.30	1.30	-	1.47	1.508 (ligero)
1	4.02	-	-	1.91 (ligero)	-	2.02	-
2	3.50	-	-	-	-	1.81	-
3	2.50	-	-	-	-	1.6	-
4	5.25	-	-	-	2.01	3.11	1.39
5	5.81	-	-	1.41	3.79 (ligero)	2.49	1.67 (ligero)
6	2.8	-	0.69	-	-	1.6	0.58
7	5.17	-	0.98	-	1.34	2.7	1.2 (ligero)

- Sin inhibición

Los resultados mostraron que algunos extractos fueron efectivos en inhibir el crecimiento bacteriano, formando halos de inhibición alrededor de los discos impregnados con los extractos específicamente, el extracto de mezquite demostró una mayor actividad antibacteriana por su actividad en todas las cepas bacterianas empleadas.

La *Argemone mexicana* ha mostrado propiedades antibacterianas significativas en estudios recientes. Los extractos de esta planta han sido efectivos contra diversas bacterias patógenas, destacándose como una fuente potencial de nuevos agentes antibióticos. Las investigaciones han identificado compuestos específicos responsables de estas actividades, subrayando el valor medicinal de la planta. (Goutam Brahmachari, 2013). En el estudio realizado la chicalote registró actividad antimicrobiana en cepas *E. coli*, 6 y 7, con halos que varían entre 0.69 cm y 1.30 cm, siendo la planta de menor actividad antimicrobiana frente a las bacterias empleadas junto con fresno y huizache.

El huizache según estudios presenta propiedades antimicrobianas y antibióticas, derivadas principalmente de sus compuestos fenólicos y flavonoides (M. S. Al-Hamdani, 2020). Los resultados del proyecto coinciden con este dato, mostrando actividad antimicrobiana en varias cepas como 4, 5 y 7, con inhibición moderada contra las bacterias.

En el fresno mexicano se han detectado antecedentes de uso medicinal y los estudios farmacológicos corroboran su efectividad como antiséptico. El extracto etanólico de las ramas presentó actividad antibiótica contra *Staphylococcus aureus* y *Bacillus subtilis*. (México, s.f.). De acuerdo con la información obtenida en el estudio realizado, Fresno mostró actividad antimicrobiana en cepas de *E. coli*, 1 (de manera ligera) y 5, con un halo máximo de 1.91 cm.

Los resultados obtenidos para mezquite se alinean con estudios previos que indican que las especies del género *Prosopis* poseen compuestos bioactivos con propiedades antimicrobianas significativas. Se encontró que los extractos de *Prosopis laevigata* contienen altos niveles de compuestos fenólicos y flavonoides, los cuales han sido documentados por su capacidad para inhibir el crecimiento de diversos microorganismos patógenos. Otros estudios han confirmado que los compuestos fenólicos presentes en *Prosopis* tienen una actividad antioxidante y antimicrobiana significativa, lo que respalda el potencial de esta planta como fuente de nuevos agentes antimicrobianos (Uriel Nava-Solis, 2022). Los resultados mostraron una alta inhibición, comparable a los controles positivos, mostrando una actividad antimicrobiana en todas las cepas, con un halo máximo de 3.11 cm en la cepa 4.

Los extractos de *Ruellia simplex* han demostrado actividad antibacteriana y antifúngica. También es utilizada en el tratamiento del dolor, inflamación y diabetes, aprovechando sus propiedades antioxidantes. (Ukwubile, 2022). En el proyecto realizado, la petunia presentó una inhibición moderada contra las bacterias, con halos de inhibición en las cepas *E. coli*, 4 a 7 de manera ligera y consistente, mostrando su efectividad antibiótica con un halo máximo de 1.67 cm.

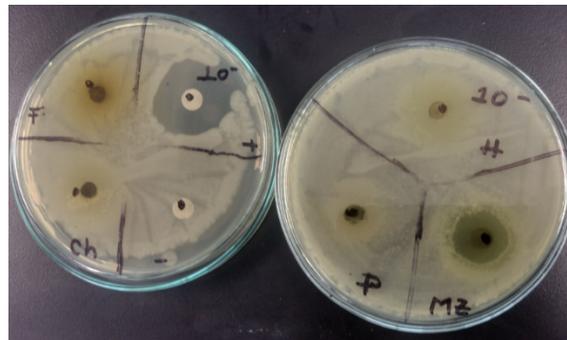


Figura 7. Inhibición de extractos frente a cepa bacteriana 3.

## Conclusión

- Los resultados obtenidos revelan que, entre las especies estudiadas, el fresno (*Fraxinus uhdei*) mostró el mayor rendimiento de extracción con metanol (25 %), lo que sugiere una abundante presencia de compuestos bioactivos altamente polares, mientras que petunia mexicana (*Ruellia simplex*) presenta la menor cantidad de estos al tener un rendimiento de 15%.
- Entre los extractos naturales, el huizache (*Acacia farnesiana*), el fresno (*Fraxinus uhdei*), chicalote (*Argemone mexicana L*) y la petunia (*Ruellia simplex*) mostraron una actividad antimicrobiana moderada frente a bacterias Gram negativas catalasa positivas no coliformes. Sin embargo, el mezquite (*Prosopis laevigata*) destacó por su capacidad de inhibición consistente en ciertas cepas bacterianas.
- Estos hallazgos sugieren que los extractos de mezquite poseen un alto potencial como fuente de compuestos antimicrobianos naturales, lo que podría ofrecer una alternativa viable frente a la creciente resistencia a los antibióticos sintéticos.
- La continuidad en la investigación de las propiedades medicinales de estas plantas es esencial para desarrollar nuevos tratamientos efectivos contra infecciones bacterianas y abordar la RAM.

## Bibliografía/Referencias

- *53-oleac1m.pdf*. (s.f.). Obtenido de [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/53-oleac1m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/53-oleac1m.pdf)
- Administrador. (03 de Noviembre de 2022). *356\_Final-1.pdf*. Obtenido de [https://colfarsfe.org.ar/wp-content/uploads/2022/11/356\\_Final-1.pdf](https://colfarsfe.org.ar/wp-content/uploads/2022/11/356_Final-1.pdf)
- Belattar, Hakima, Himour, Sara, & Yahia, Abdelouhab. (2021). Cribado fitoquímico y evaluación de la actividad antimicrobiana del extracto metanólico de *Ficus carica*. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(1), 1-9. Epub 21 de febrero de 2022. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i1.2435>
- Bonilla, S. T. (Mayo de 2023). CONABIO. Obtenido de enciclovida : <https://enciclovida.mx/especies/191689-ruellia-coerulea>
- Corzo Barragán, D. C. (2012). SCIELO. Recuperado el 14 de 07 de 2024, de Revista mexicana de ciencias farmacéuticas: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-01952012000300009](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-01952012000300009)
- *FichaPropagacion\_F1\_Fraxinus\_uhdei\_Fresno\_v2.pdf*. (19 de Abril de 2020). Obtenido de [https://revivemx.org/Recursos/Fichas\\_propagacion/FichaPropagacion\\_F1\\_Fraxinus\\_uhdei\\_Fresno\\_v2.pdf](https://revivemx.org/Recursos/Fichas_propagacion/FichaPropagacion_F1_Fraxinus_uhdei_Fresno_v2.pdf)
- Goutam Brahmachari, D. G. (2013). Chemical constituents and biological activities of Argemone mexicana. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 559-575. doi:<https://doi.org/10.1590/S0102-695X2013005000021>
- JARDÍN BOTÁNICO CLAVIJERO INECOL. (s.f.). Obtenido de JARDÍN BOTÁNICO CLAVIJERO INECOL: [http://jardin.inecol.mx/index.php/aprende/planta-del-mes/cardo-santo#:~:text=Argemone%20mexicana%20es%20una%20planta,p%C3%A1lidas%20\(glaucas\)%20y%20espino](http://jardin.inecol.mx/index.php/aprende/planta-del-mes/cardo-santo#:~:text=Argemone%20mexicana%20es%20una%20planta,p%C3%A1lidas%20(glaucas)%20y%20espino) sas.
- M. S. Al-Hamdani, S. H. (2020). Biological activity and phytochemical analysis of *Acacia farnesiana* extract against bacteria and antioxidant. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*. doi:10.37200/V24I10/35893
- México, U. N. (s.f.). *Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana*. Obtenido de Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana: <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/apmtm/termino.php?l=3&t=fresno>
- Naturales, S. d. (29 de Marzo de 2021). *Gobierno de México*. Obtenido de <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/plantas-medicinales-de-mexico#:~:text=Por%20ejemplo%2C%20la%20Comisi%C3%B3n%20Nacional,total%20de%20la%20flora%20mexicana>
- Nidia M. Rojas Hernández, S. A. (2009). Actividad antimicrobiana de *Waltheria indica* y *Acacia farnesiana*. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas.*, 129-134. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181221568008>
- Pichardo, J. M. (08 de Noviembre de 2004). *Heike Vibrans*. Obtenido de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/mimosaceae/acacia-farnesiana/fichas/ficha.htm#9.%20Referencias>
- Rodríguez Saucedo, E. N., & Rojo Martínez, G. (24 de Marzo de 2015). *46131111013.pdf*. Obtenido de Redalyc.ANÁLISIS TÉCNICO DEL ÁRBOL DEL MEZQUITE: <https://www.redalyc.org/pdf/461/46131111013.pdf>
- Salud, O. M. (17 de Noviembre de 2021). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de Organización Mundial de la Salud : <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance#:~:text=La%20OMS%20ha%20declarado%20que,la%20aparici%C3%B3n%20de%20pat%C3%B3genos%20farmacorresistentes>
- Salud, O. P. (4 de Marzo de 2021). *Organización Panamericana de la Salud*. Obtenido de OPS: <https://www.paho.org/es/noticias/4-3-2021-patogenos-multirresistentes-que-son-prioritarios-para-oms>
- Soto, I. H. (23 de Noviembre de 2021). *Argemone-mexicana-contiene-metabolitos-secunda*. Obtenido de Metabolitos secundarios de Argemone mexicana pa: [https://www.researchgate.net/publication/357608560\\_Argemone\\_mexicana\\_contiene\\_metabolitos\\_secundarios\\_que\\_controlan\\_hongos\\_fitopatogenos/fulltext/64a9a19995bbbe0c6e21b397/Argemone-mexicana-contiene-metabolitos-secundarios-que-controlan-hongos-fitopatogeno](https://www.researchgate.net/publication/357608560_Argemone_mexicana_contiene_metabolitos_secundarios_que_controlan_hongos_fitopatogenos/fulltext/64a9a19995bbbe0c6e21b397/Argemone-mexicana-contiene-metabolitos-secundarios-que-controlan-hongos-fitopatogeno)
- Ukwubile, C. A. (2022). *Ruellia simplex* C. Wright (Acanthaceae): Antinociceptive, anti-inflammatory, and antidiabetic activities of a novel fatty acid isolated from its leaf extract. *nternational Journal of Plant Based Pharmaceuticals.*, 32-40. doi:<https://doi.org/10.29228/ijpbp.13>
- ULPGC. (s. f.). Pruebas bioquímicas de identificación de bacterias. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Recuperado el día 22 de julio de 2024: [https://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/35/35729/pruebas\\_bioquimicas\\_de\\_identificacion\\_de\\_bacterias.pdf](https://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/35/35729/pruebas_bioquimicas_de_identificacion_de_bacterias.pdf)
- Uriel Nava-Solis, M. R.-C.-H.-M.-G.-M.-M. (2022). Antimicrobial activity of the methanolic leaf extract of *Prosopis laevigata*. *Scientific reports*, 215-223. doi:<https://doi.org/10.1038/s41598-022-25271-6>