



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), noviembre-diciembre 2024,
Volumen 8, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6

ACTIVIDAD INHIBITORIA DE LOS EXTRACTOS DE AJO, CAFÉ, ALBAHACA, ORÉGANO Y ROMERO CONTRA BACTERIAS PATÓGENAS

INHIBITORY ACTIVITY OF GARLIC, COFFEE, BASIL,
OREGANO, AND ROSEMARY EXTRACTS AGAINST
PATHOGENIC BACTERIA

Rocío Pérez y Terrón

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México

Jessica Andrea Hernández Celis

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México

Etssuri Chávez Hernández

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15464

Actividad inhibitoria de los extractos de ajo, café, albahaca, orégano y romero contra bacterias patógenas

Rocío Pérez y Terrón¹rocio.perez@correo.buap.mx<https://orcid.org/0000-0002-7773-4729>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
México**Jessica Andrea Hernández Celis**jessica_290494@hotmail.comBenemérita Universidad Autónoma de Puebla
México**Etssuri Chávez Hernández**ettsuri.chavezhernandez@viep.com.mxBenemérita Universidad Autónoma de Puebla
México

RESUMEN

Una de las prácticas más importantes en México es el uso de plantas medicinales como una alternativa para el tratamiento de diferentes enfermedades, es una forma de aplicar la gran diversidad de plantas que se pueden encontrar en nuestro país. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la actividad inhibitoria de las siguientes plantas: ajo (*Allium sativum* L.), café (*Coffea arabica* L.), albahaca (*Ocimum basilicum* L.), orégano (*Origanum vulgare* L.) y romero (*Rosmarinus officinalis* L.) contra diferentes cepas bacterianas patógenas. Se elaboraron por destilación extractos vegetales acuosos, posteriormente se determinó la actividad inhibitoria por la técnica de turbidimetría en medio de cultivo líquido. Los resultados mostraron que los extractos de ajo y café fueron los más eficaces para inhibir diferentes tipos de cepas bacterianas Gram negativas y positivas, seguidos por albahaca, romero y orégano. Por otra parte, la cepa de *Listeria monocytogenes* presentó mayor resistencia al efecto de estos extractos. Los extractos vegetales utilizados son una buena alternativa para inhibir el crecimiento de bacterias patógenas.

Palabras clave: extractos vegetales, turbidimetría, cepas bacterianas, actividad inhibitoria

¹ Autor principal.

Correspondencia: rocio.perez@correo.buap.mx.

Inhibitory activity of garlic, coffee, basil, oregano, and rosemary extracts against pathogenic bacteria

ABSTRACT

One of the most important practices in Mexico is the use of medicinal plants as an alternative for the treatment of different diseases; it is a way of applying the great diversity of plants that can be found in our country. The objective of the present work was to evaluate the inhibitory activity of the following plants: garlic (*Allium sativum* L.), coffee (*Coffea arabica* L.), basil (*Ocimum basilicum* L.), oregano (*Origanum vulgare* L.) and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) against different pathogenic bacterial strains. Aqueous plant extracts were prepared by distillation, then the inhibitory activity was determined by the turbidimetry technique in liquid culture medium. The results showed that garlic and coffee extracts were the most effective in inhibiting different types of Gram-negative and Gram-positive bacterial strains, followed by basil, rosemary and oregano. On the other hand, the strain of *Listeria monocytogenes* presented greater resistance to the effect of these extracts. The plant extracts used are a good alternative to inhibit the growth of pathogenic bacteria.

Keywords: plant extracts, turbidimetry, bacterial strains, inhibitory activity

Artículo recibido 19 octubre 2024

Aceptado para publicación: 22 noviembre 2024



INTRODUCCIÓN

Las plantas medicinales, aromáticas y especias son parte de la cultura e historia de muchos países a través de la medicina tradicional y como fuente de alimentación (Alshwaikh *et al.*, 2014; Ibraheem *et al.*, 2009). México posee el segundo lugar a nivel mundial en el uso de plantas medicinales, y se han registrado aproximadamente 4500 especies para una gran variedad de tratamientos fitoterapéuticos (Carvajal de Pabón *et al.*, 2012), debido a que poseen características farmacológicas, es decir, se les atribuyen propiedades benéficas para curar enfermedades (dos Santos *et al.*, 2004). Las propiedades farmacológicas de cada planta dependen de los metabolitos secundarios presentes, estos se pueden encontrar en diferente proporción en todo el cuerpo de la planta que abarca desde la raíz, el tallo, hojas, flor y fruto (Turgay, 2002). Estos metabolitos se pueden dividir en tres grupos principales: terpenoides, fenoles y alcaloides, (Nobuzaku, 2016). Son compuestos orgánicos y activos que suelen jugar un papel importante en la defensa contra patógenos y depredadores, además de su participación en procesos de adaptación a cambios ambientales (Delgoda y Murray, 2017; Yarnell, 2006). Este tipo de actividad biológica o principio activo proveniente de los metabolitos secundarios se puede extraer por diferentes métodos físicos y químicos (Friedman *et al.*, 2002; Singh y Mishra, 2014). Se ha demostrado que los metabolitos secundarios que pertenecen a una gran variedad de plantas medicinales poseen propiedades antimicrobianas, las cuales son capaces de inhibir el crecimiento y la virulencia de diferentes tipos de bacterias (Hirulkar y Agrawal, 2014; Noumedem *et al.*, 2013).

Por otra parte, se conocen diferentes tipos de patógenos microscópicos, siendo las infecciones y enfermedades emergentes provocadas por las bacterias patógenas de humanos y ahora también resistentes a tratamientos con antibióticos una de las principales causas de mortalidad a nivel mundial (Povolo y Ackermann, 2019; Ventola, 2015). En México, en el 2018, se registraron un total de 97780 pacientes ingresados por día al sector privado de salud por morbilidad de enfermedades infecciosas y parasitarias, de los cuales hubo una mortalidad de 13840 pacientes por infecciones de origen bacteriano (INEGI, 2018). Una gran cantidad de bacterias patógenas presentan resistencia al tratamiento con antibióticos. Debido a esto, en el presente trabajo evalúa el efecto antimicrobiano de los extractos de plantas que han sido utilizadas de forma constante como planta medicinal y especia, para inhibir el

crecimiento de bacterias patógenas de humanos, lo cual podría representar una alternativa de apoyo para el tratamiento de diferentes enfermedades de origen bacteriano.

METODOLOGÍA

Se elaboraron extractos acuosos de ajo (*Allium sativum* L.), café (*Coffea arabica* L.), albahaca (*Ocimum basilicum* L.), orégano (*Origanum vulgare* L.) y romero (*Rosmarinus officinalis* L.) (imagen 1). Se utilizaron 10 g de material vegetal fresco y 90 ml de una solución hidroalcohólica (1:1). Posteriormente se destiló cada extracto con ayuda de un evaporador rotatorio (rotavapor Hahnvapour de la marca Witeg), a 100 rpm, con una temperatura de 50 °C, cada extracto se esterilizó por filtración en una membrana de 0.22µm estéril.

Se les realizaron las siguientes pruebas fitoquímicas de saponinas, fenoles, quinonas, alcaloides, cumarinas, esteroides, terpenos y flavonoides (Sánchez Llodrá *et al.*, 2022), para observar la presencia o ausencia de ciertos grupos de metabolitos. Alcaloides por Ensayo Dragendorff. Se coloca en tubo de ensaye 1-2 g de muestra con 4 ml de etanol al 96%, de la cual se tomarán 0.5 ml y se pone en un pocillo de porcelana, se coloca el reactivo de Dragendorff. Se considera positiva si hay presencia de precipitado. Para la determinación de fenoles, en un tubo de ensaye se colocará 1-2 g de muestra y se le agregará 4 ml de etanol al 96%, de la cual se depositarán 0.5 ml en un pocillo de porcelana para posteriormente colocar dos gotas de cloruro férrico, será positiva si hay presencia de precipitado y halo de color azul. El Ensayo Salkowski para esteroides y terpenos se realiza en tubo de ensaye al que se agregan 1-2 g de muestra y se le colocan 4 ml de cloroformo para posteriormente añadir 1 ml de ácido sulfúrico concentrado. Para determinar presencia de flavonoides, con ensayo de Shinoda, se coloca 1-2 g de muestra en 4 ml de etanol agregando tres gotas de ácido clorhídrico concentrado y una o dos limaduras de magnesio; si la solución se torna de color rojo intenso, la prueba es positiva, otro color naranja puede estar presentes, flavonas, flavononas, flavonoles, flavononoles o xantonas. Las saponinas se realizan en un tubo de ensaye, se coloca la muestra 1-2 g en 4 ml de agua, se sacude y se forma una espuma abundante, si ésta permanece por unos minutos, la prueba es positiva. La presencia de cumarinas se realiza en un tubo de ensaye al que se colocan 1-2 g de la muestra y 2- 3 gotas de hidróxido de sodio al 10%; se agita para posteriormente añadir 3 gotas de ácido clorhídrico concentrado, si aparece una coloración amarilla, la cual desaparece al acidular, la prueba es positiva.

Se utilizaron las cepas Gram negativas de (*Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella oxytoca*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus vulgaris*, *Providencia stuartii*, *Serratia marcescens*, *Shigella. sonnei*, *Yersinia enterocolitica*, *Pseudomonas aeruginosa*), y Gram positivas (*Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus pneumoniae*). A cada cepa bacteriana se le realizó una cuantificación de UFC's por ml, a través de la técnica de conteo por goteo en placa a partir de diluciones seriadas desde 1×10^{-1} hasta 1×10^{-6} para obtener la dosificación del inóculo que fue de 1×10^{-8} UFC/ml, para medir la actividad bacteriana en los extractos. Posteriormente se realizó una curva de crecimiento de 48 h a cada cepa bacteriana y finalmente se realizó se midió la densidad óptica (DO) en espectrofotómetro de luz visible (Thermo Scientificc, Genesys 20) a 625 nanómetros en tres tiempos (0 h, 24 h y 48 h), cada cepa se realizó con un control y por triplicado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

pH y pruebas fitoquímicas

En la tabla 1 se muestran los resultados de la medición de pH, donde todos los extractos son de naturaleza ácida, el extracto de ajo tuvo un pH de 6, sin embargo, difiere de otros autores como (Wikandari *et al.*, 2020) quienes observaron que el pH del extracto de ajo era de 5.6, es decir más ácido, mientras (Mahmood *et al.*, 2019) obtuvieron un pH para sus extractos de ajo de 6 a 6.4, esta variación puede deberse a las condiciones de siembra y recolecta del ajo. Cun *et al.* en 2018, utilizaron extractos de ajo con diferentes variaciones de pH, observando que el extracto con menor pH, era mucho más eficaz que los que tenían un pH alcalino o neutro. El extracto de albahaca tuvo un pH de 5. Behrouzain *et al.*, 2020, utilizaron extracto de albahaca y al medir su pH obtuvieron un valor de 7, es decir su extracto es neutro mientras que nuestro extracto es ácido, mientras que Bogireddy *et al.*, 2017, elaboraron extracto de café verde sin tostar cuyo resultado de pH fue de 6.7, a diferencia de este trabajo que de 4; esta diferencia puede deberse al tipo de café y a las mismas condiciones de siembra, recolecta y en el caso de nuestro café el proceso de tostado. Medeiros *et al.*, 2020, encontraron que el pH de distintos extractos de orégano es más efectivo mientras sea más ácido o menor, siendo el extracto con pH 5 más eficaz para detener el crecimiento bacteriano, al igual que nuestro extracto que tuvo un pH de 5 y que resulto altamente eficaz para inhibir el crecimiento bacteriano.

Al realizar las diferentes pruebas fitoquímicas (tabla 2), se observó la presencia de los distintos grupos de metabolitos secundarios, en el extracto de ajo se encontró una mayor presencia de flavonoides y fenoles. Arekemase *et al.*, 2013, encontraron la presencia de saponinas, taninos y alcaloides en los extractos de ajo y reportaron la ausencia de esteroides, las pruebas fitoquímicas que se realizaron coinciden en la presencia de saponinas, aunque además también se encontró la presencia de cumarinas, flavonoides, terpenos, fenoles y en nuestro caso hubo presencia de esteroides, pero no hubo presencia de alcaloides. Hela *et al.*, 2020, realizaron un perfil fitoquímico de la albahaca encontrando fenoles, flavonoides y aceites esenciales (terpenos), que coincide con el extracto que se elaboró, aunque también se encontró la presencia de cumarinas, saponinas y quinonas. Las pruebas fitoquímicas que se realizaron arrojan presencia de cumarinas, flavonoides, quinonas, terpenos, y una alta presencia de alcaloides y fenoles mismos que coinciden con (Duangjai *et al.*, 2016) quienes también reportan un alto contenido de compuestos fenólicos y alcalinos en los extractos de café.

Otros autores (de Medeiros *et al.*, 2016) realizaron un estudio fitoquímico al aceite de orégano, encontrando que es rico en terpenos y terpenoides como el carvacrol y el thymol, sin embargo, en el trabajo presente, las pruebas realizadas al extracto se encontró una mayor presencia de fenoles y alcaloides a comparación de los terpenos.

En el extracto de romero que se elaboró, se encontraron la presencia de distintos metabolitos siendo los de mayor presencia las saponinas, terpenos, fenoles, flavonoides y alcaloides, concordando con Flores-Villa *et al.*, 2020, quienes reportan que el romero posee una gran cantidad de aceites esenciales como el cineol, alcanfor, fenoles, terpenos y alcaloides.

Inhibición microbiana por turbidimetría

En la tabla 3, se observan los resultados para las pruebas de inhibición microbiana por turbidimetría, se aprecia que todos los extractos inhibieron de un 70 % a 100 % el crecimiento de las bacterias Gram negativas (*E. aerogenes*, *K. oxytoca*, *K. pneumoniae*, *P. vulgaris*, *P. stuartii*, *S. marcescens*, *S. sonnei*, *Y. enterocolitica*, *P. aeruginosa*, *S. marcescens*, *S. sonnei*, *Y. enterocolitica* y *P. aeruginosa*), Se puede observar que los extractos más eficaces para las 9 cepas Gram negativas fueron los elaborados con ajo y el café. En la tabla 4, se observan los resultados obtenidos con las cepas Gram positivas, las cuales mostraron una menor sensibilidad a los extractos, siendo los extractos de ajo y café los que lograron

inhibir el crecimiento de un 70 a 100 % de las 4 cepas (*L. monocytogenes*, *E. aureus*, *S. faecalis* y *S. pneumoniae*), el extracto más eficaz para las cepas Gram positivas fue el extracto de ajo.

De acuerdo con los resultados obtenidos podemos observar que el extracto de ajo al igual que (Durairaj *et al.*, 2009) actúa inhibiendo una amplia gama de bacterias tanto Gram positivas como Gram negativas. (Johnson *et al.*, 2016) también reportan actividad antimicrobiana del extracto de ajo contra *S. aureus* y *P. aeruginosa*, patógenos importantes de enfermedades infecciosas.

En el trabajo de (Castaño *et al.*, 2010) probaron el extracto de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) contra 8 bacterias patógenas: *E. coli*, *S. aureus*, *S. typhimurium*, *S. sonnei*, *L. monocytogenes*, *P. aeruginosa*, *B. cereus* y *L. plantarum*, inhibieron solo para las cepas de *S. typhimurium*, *S. sonnei* y *L. monocytogenes*, mientras que nuestro extracto de romero presentó una inhibición bacteriana en *S. typhimurium*, *S. sonnei* y *P. aeruginosa*. Al igual que el trabajo de Mekonnen *et al.*, 2016, quienes probaron la actividad antimicrobiana de sus extractos de romero, contra cepas de *S. typhi*, *S. paratyphi*, *Shigella* sp, *P. aeruginosa*, *E. coli* entre otras, observando que su extracto tuvo un amplio rango de inhibición ante las cepas.

(Duangjai *et al.*, 2016) reportaron actividad antimicrobiana alta en extractos acuosos de café contra *S. epidermidis*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* y *E. coli*. Estos resultados coincidieron con los obtenidos en el presente trabajo donde el extracto de café fue uno de los extractos con mayor eficacia en inhibir el crecimiento de las cepas utilizadas. (Chaves-Ulate y Esquivel-Rodríguez, 2019) realizaron un estudio a los componentes del café, encontrando que los compuestos fenólicos otorgan el efecto antimicrobiano, esto se ve reflejado en los resultados obtenidos donde el extracto de café tuvo una alta actividad antimicrobiana para cepas Gram negativas y positivas.

Mohammad *et al.*, 2011, probaron aceite esencial de albahaca, donde obtuvieron mejores resultados en la inhibición de cepas Gram negativas, sin embargo, en las cepas Gram positivas no se obtuvieron resultados favorables. Podemos observar que nuestro extracto de albahaca inhibió 8 cepas Gram negativas y 2 cepas Gram positivas. En el trabajo de Salinas *et al.*, 2009, observaron la actividad antimicrobiana con extractos elaborados con albahaca contra cepas Gram positivas y Gram negativas. Se reportó la alta eficacia con *S. aureus*, al igual que nuestro extracto y una baja inhibición contra *Pseudomonas*, sin embargo, nosotros si tuvimos una inhibición del 100%. Los autores argumentaron

que los extractos resultaron mejores contra bacterias Gram positivas, aunque nosotros observamos un mejor desempeño en Gram negativas, esto podría deberse al origen de la planta, su desarrollo y colecta. Maen y Cock en 2015 trabajaron con extractos de albahaca presentaron una débil inhibición contra *K. pneumoniae*, nuestros resultados ese extracto inhibió el 100% en la misma especie.

Susuki *et al.*, 2015, encontraron que el aceite esencial de *Origanum vulgare* L., elaborado con hojas secas, es eficaz para inhibir el crecimiento de la cepa de *S. enterica*, mostrando su capacidad de inhibición del crecimiento microbiano. En relación con su investigación nuestro trabajo refleja que el extracto de orégano es muy eficaz principalmente con las cepas Gram negativas.

Figura 1. Plantas utilizadas para elaborar los extractos, A: Ajo, B: Orégano, C: Albahaca, D: Café y E: Romero.

Figure 1. Plants used to elaborate the extracts, A: Garlic, B: Oregano, C: Basil, D: Coffee and E: Rosemary.



Tabla 2. Pruebas Fitoquímicas de extractos vegetales.**Table 2.** Phytochemical tests of vegetable extracts.

Grupos					
funcionales	AJO	CAFÉ	ALBAHACA	ROMERO	ORÉGANO
Saponinas	++	—	+	+++	+
Cumarinas	+	+++	++	++	++
Flavonoides	+++	++	+	+++	-
Quinonas	-	+	+	-	-
Terpenos	+	+	++	++	+
Esteroides	++	-	—	+	+
Alcaloides	-	+++	—	+++	+++
Fenoles	+++	+++	+++	+++	+++

Presencia baja +, presencia media ++, presencia alta +++, ausencia –

Low presence +, medium presence ++, high presence +++ and absence -

Tabla 3. Porcentajes de inhibición con extractos vegetales en cepas de bacterias Gram negativas.**Table 3.** Inhibition percentages with vegetable extracts in Gram negative bacteria strains.

Porcentaje de inhibición							
CEPAS GRAM NEGATIVAS	Cepas	Tiempo	Ajo	Café	Albahaca	Orégano	Romero
	<i>E. aerogenes</i>	T2(24 H)	100 %	88 %	26 %	91 %	97 %
		T3(48 H)	100 %	86 %	12 %	82 %	96 %
	<i>K. oxytoca</i>	T2(24 H)	100 %	100 %	97 %	78 %	76 %
		T3(48 H)	100 %	100 %	97 %	75 %	75 %
	<i>K. Pneumoniae</i>	T2(24 H)	100 %	100 %	100 %	79 %	92 %
		T3(48 H)	100 %	100 %	100 %	73 %	99 %
	<i>P. vulgaris</i>	T2(24 H)	97 %	96 %	98 %	77 %	83 %
		T3(48 H)	97 %	95 %	98 %	77 %	76 %
	<i>P. stuartii</i>	T2(24 H)	100 %	100 %	100 %	96 %	95 %
		T3(48 H)	100 %	100 %	100 %	94 %	88 %
	<i>S. marcescens</i>	T2(24 H)	100 %	100 %	100 %	82 %	67 %

		T3(48 H)	100 %	100 %	100 %	74 %	33 %
	<i>S. sonnei</i>	T2(24 H)	100 %	76 %	100 %	86 %	90 %
		T3(48 H)	100 %	72 %	100 %	71 %	87 %
	<i>Y. enterocolitica</i>	T2(24 H)	100 %	90 %	100 %	50 %	5 %
		T3(48 H)	100 %	84 %	100 %	60 %	8 %
	<i>P. aeruginosa</i>	T2(24 H)	100 %	100 %	100 %	98 %	98 %
		T3(48 H)	100 %	100 %	100 %	99 %	98 %

Tabla 4. Porcentajes de inhibición con extractos vegetales en cepas de bacterias Gram positivas.
Table 4. Inhibition percentages with vegetable extracts in Gram positive bacteria strains.

Porcentaje de inhibición							
	Cepas	Tiempo	Ajo	Café	Albahaca	Orégano	Romero
CEPAS GRAM POSITIVAS	<i>L. monocytogenes</i>	T2(24 H)	100 %	76 %	67 %	32 %	15 %
		T3(48 H)	100 %	66 %	40 %	0 %	0 %
	<i>S. aureus</i>	T2(24 H)	100 %	100 %	93 %	57 %	95 %
		T3(48 H)	100 %	100 %	87 %	56 %	94 %
	<i>E. faecalis</i>	T2(24 H)	98 %	90 %	100 %	50 %	95 %
		T3(48 H)	97 %	82 %	100 %	40 %	92 %
	<i>S. pneumoniae</i>	T2(24 H)	98 %	98 %	63 %	77 %	41 %
		T3(48 H)	97 %	97 %	42 %	63 %	20 %

CONCLUSIONES

Los extractos elaborados a partir de plantas y posteriormente utilizados fueron más eficaces con las cepas bacterianas Gram negativas. Además, se observó que el 100 % de las bacterias patógenas resultaron sensibles a los extractos de ajo y de café, sin descartar a los demás extractos: albahaca, orégano y romero, que también provocaron una importante inhibición del crecimiento bacteriano. Las

bacterias Gram positivas presentaron una menor sensibilidad en los extractos de albahaca, orégano y romero. Concluyendo que el uso de los extractos vegetales es una buena alternativa para inhibir el crecimiento de bacterias patógenas.

Agradecimientos

Se agradece a la Vicerrectoría de investigación y estudios de posgrado (VIEP) de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), por el apoyo brindado para la realización del presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alshwaikh, R. M. A., Al-Sorchee, S. M. A., Ali, K. A. y Al Beer, W. 2014. Antibacterial activity of parsley and celery aqueous extract on the isolated bacteria from children UTI in Erbil city. *Int. J. Adv. Res.* 2: 895-903.
- Arekemase, M. O., Adetitun, D. O. y Oyeyiola, G. P. 2013. In-vitro Sensitivity of Selected Enteric Bacteria to Extracts of *Allium sativum* L. *Notulae Scientia Biologicae*. 5: 183-188.
<https://doi.org/10.15835/nsb529007>
- de Medeiros, Barbosa, I., da Costa, Medeiros, J. A., de Oliveira, K.A.R., Gomes-Neto, N.J., Tavares, J. F., Magnani, M. y de Souza, E. L. 2016. Efficacy of the combined application of oregano and rosemary essential oils for the control of *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella Enteritidis* in leafy vegetables. *Food Control*. 59: 468-477.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.06.017>
- Behrouzain, F., Razavi, S. M. A. y Joyner, H. 2020. Mechanisms of whey protein isolate interaction with basil seed gum: Influence of pH and protein-polysaccharide ratio. *Carbohydrate Polymers*. 232: 115775. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115775>
- Bogireddy, N.K.R., Gomez, L.M., Osorio-Roman, I. Y Agarwal, V. 2017. Synthesis of gold nanoparticles using *Coffea arabica* fruit extract. *Advances in Nano Research*. 5: 253-260.
<https://doi.org/10.12989/ANR.2017.5.3.253>
- Carvajal de Pabón, L. M., El Hadi, Y.C., Cartagena, R., Peláez, C., Gaviria, C. A. y Rojano, B.A. 2012. Capacidad antioxidante de dos variedades de *Fragaria x ananassa* (Weston) Duchesne (fresa)



- sometidas a variaciones en la nutrición vegetal. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 17: 37-53.
- Castañón, P., Hader, I., Ciro, G.G., Zapata, M.J.E. y Jiménez, R.S.L. 2010. Actividad bactericida del extracto etanólico y del aceite esencial de hojas de *Rosmarinus officinalis* L. sobre algunas bacterias de interés alimentario. *Vitae*. 17: 149-154. ISSN:0121-4004.
- Chaves-Ulate, E.C. y Esquivel-Rodríguez, P. 2019. Ácidos clorogénicos presentes en el café: capacidad antimicrobiana y antioxidante. *Agronomía Mesoamericana*. 30: 299-311. ISSN: 2215-3608.
<https://doi.org/10.15517/am.v30i1.32974>
- Cun, C., Chun-Hong, L., Jing, C., Wei, Z., Wei-Liang, Q., Zheng, W., Zhi-Bin, L. y Yi, Y. 2018. Broad-spectrum antimicrobial activity, chemical composition and mechanism of action of garlic (*Allium sativum*) extracts. *Food Control*. 86: 117-125.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.11.015>.
- Delgoda, R. y Murray, J.E., 2017. Evolutionary Perspectives on the Role of Plant Secondary Metabolites. En: *Pharmacognosy*. Academic Press. ELSEVIER. Badal, S. y Delgoda, R. (ed.), pp 93-100. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802104-0.00007-X>
- dos Santos, F.J.B., Lopes, D.J.A., Gracias, L.C.A.M., de Oliveira, E.H., De Lima, S.G., Y de Reis, F.A.M. 2004. Composition and Biological Activity of Essential Oils from *Lippia organoides* H.B.K. *Journal of Essential Oil Research*. 16: 504-506.
<https://doi.org/10.1080/10412905.2004.9698782>
- Duangjai, A., Suphrom, N., Wungrath, J., Ontawong, A., Nuengchamnong, N., y Yosboonruang, A. 2016. Comparison of antioxidant, antimicrobial activities and chemical profiles of three coffee (*Coffea arabica* L.) pulp aqueous extracts. *Integrative Medicine Research*. 5: 324-331.
<https://doi.org/10.1016/j.imr.2016.09.001>
- Durairaj, S., Srinivasan, S., y Lakshmanaperumalsamy, P. 2009. In vitro Antibacterial Activity and Stability of Garlic Extract at Different pH and Temperature. *eJBio*. 5: 5-10.
- Flores-Villa, E., Sáenz-Galindo, A., Castañeda-Facio, A.O. y Narro-Céspedes, R.I. 2020. Romero (*Rosmarinus officinalis* L.): su origen, importancia y generalidades de sus metabolitos secundarios. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*. 23: 1-17.

<https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2020.0.266>

- Friedman, M., Henika, P.R., y Mandrell, R.E. 2002. Bactericidal activities of plant essential oils and some of their isolated constituents against *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella enterica*. Journal of Food Protection, 65: 1545–1560.
- Hela, M., Moomen, M., Yassine, M., Mohamed, M., Abdenour, A.O., y Karim, H. 2020. Enzyme pretreatment improves the recovery of bioactive phytochemicals from sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves and their hydrodistilled residue by-products and potentiates their biological activities. Arabian Journal of Chemistry. 13: 6451-6460.
- <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.06.003>.
- Hirulkar, N., y Agrawal, M. 2014. Antimicrobial Activity of Rose petals Extract Against Some Pathogenic Bacteria. International Journal of Advanced Research. 2: 895-903.
- Ibraheem, M., Kassim, K., Abdalrasool, S. y Ahmad, D. 2009. Antibacterial activity of ginger extracts and its essential oil on some of pathogenic bacteria. Baghdad Science Journal. 7: 1159-116.
- INEGI. 2018. <https://www.inegi.org.mx/programas/salud/>
- Johnson, M., Olaleye, N.O. y Kolawole, S.O. 2016. Antimicrobial and antioxidant properties of aqueous garlic (*Allium sativum*) extract against *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*. Microbiology Research Journal International. 14: 1-11.
- <https://doi.org/10.9734/BMRJ/2016/24095>
- Maen, A. y Cock, I.E. 2015. Inhibitory activity of Australian Culinary herb extracts against the bacterial triggers of selected autoimmune diseases. Pharmacognosy Communications. 5 :130-139.
- <https://doi.org/10.5530/pc.2015.2.4>
- Mahmood, A., Tuan, Z.T.C., y Anuar, N.R. 2019. Effect of garlic (*Allium sativum* L.) on the physicochemical, microbiological and sensory properties of chili sauce. Food Research. 3: 416-421. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.3\(5\).070](https://doi.org/10.26656/fr.2017.3(5).070)
- Medeiros, A.S.J., Carvalho, R.I., Conceicao, M.L., Magnani, M. y Souza, E.L. 2020. Influence of lipids and proteins amounts and pH values on the inhibitory effects of *Origanum vulgare* L. essential oil against *Escherichia coli* and *Salmonella Typhimurium*. Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences. 56: 1-10 <https://doi.org/10.1590/s2175-97902020000118468>.



- Mekonnen, A., Yitayew, B., Tesema, A. y Taddese, S. 2016. In vitro Antimicrobial Activity of Essential Oil of *Thymus Schimperi*, *Matricaria chamomilla*, *Eucalyptus globulus*, and *Rosmarinus Officinalis*. Int J Microbiol. 2016: 1-8. <https://doi.org/10.1155/2016/9545693>
- Mohammad, A., Moghaddam, D., Shayegh, J., Mikaili, P., y Dolghari, J., 2011. Antimicrobial activity of essential oil extract of *Ocimum basilicum* L. leaves on a variety of pathogenic bacteria. Journal of Medicinal Plants Research, 5: 3453-3456.
- Nobukazu, S. 2016. Secondary metabolites in plants: transport and self-tolerance mechanisms. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry. 80: 1283-1293. <https://doi.org/10.1080/09168451.2016.1151344>
- Noumedem, J., Mihasan, M., Lacmata, S., Stefan, M., Kuate, J. y Kuete, V. 2013. Antibacterial activities of the methanol extracts of ten Cameroonian vegetables against Gram-negative multidrug-resistant bacteria. BMC Complementary Medicine and Therapies. 13: 1-9. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-13-26>
- Oromí Durich J. (2000). Resistencia bacteriana a los antibióticos. Medicina Integral. 36 (10):367-369.
- Povolo, V.R. y Ackermann, M. 2019. Disseminating antibiotic resistance during treatment. Science. 364: 732-738. <https://doi.org/10.1126/science.aax6620>
- Rai M.K., Deshmukh S.D., Inlge A.P., Gade A.K. (2012). Silver nanoparticles: the powerful nanoweapon against multidrug-resistant bacteria. Journal of Applied Microbiology. 112 (5): 841-852. DOI:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2012.05253.x>
- Salinas, S.D., Arteaga, N.G., León, R.I., Dorado, R.O., Valladares, C.M.A. y Navarro, G.V. 2009. Antimicrobial Activity of Medicinal plants from the Huautla sierra biosphere reserve in Morelos (México). Polibotánica. 28: 213-225. ISSN 1405-2768.
- Sánchez Ll., F.I., Galván A. D., Pitre R.L. 2022. Phytochemical analysis of extracts of fruits and leaves of Dividivi (*Caesalpinia coriaria*) (jacq.) willd. Revista Ciencia e Ingeniería, vol. 9, n.o 2, e7449405. <http://revistas.uniguajira.edu.co/index.php/cei>.
- Singh, V. y Mishra, A.K. 2014. White Light Emission from Vegetable Extracts. Nature. 5: 1-9. <https://doi.org/10.1038/srep11118>



- Susuki, É., Soldati, P., Chaves, M.A. y Raposo, N. 2015. Essential oil from *Origanum vulgare* Linnaeus: An alternative against Microorganisms responsible for Bad Perspiration Odour. Journal of Young pharmacist. 7: 12-207
- Turgay, E.Ö. 2002. Antibacterial Activities of Some Plant Extracts Used in Folk Medicine, Pharmaceutical Biology. 40: 269-273. <https://doi.org/10.1076/phbi.40.4.269.8474>
- Ventola, C.L. 2015. The antibiotic crisis. Part 1: causes and treats. P&T. 40: 277-283.
- Wikandari*, P.R., Yuanita, L., Herdyastuti, N., Bimo, K.H.J., Juniariani, R.E., y Cahyaningtyas, F.D. 2020. Antioxidant Properties of Single Garlic (*Allium sativum*) Pickle. Digital Press Life Sciences. 2: 1-6. <https://doi.org/10.29037/digitalpress.22333>
- Yarnell, E. 2006. Plant Chemistry in Veterinary Medicine: Medicinal Constituents and Their Mechanisms of Action. En: Veterinary Herbal Medicine. ELSEVIER. Wynn, S.G. y Fougere, B.J. (ed.), pp 159-182.