

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.

ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2025,

Volumen 9, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2

SINERGISMO ANTIMICROBIANO DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE GUAYABA (*PSIDIUM GUAJAVA L.*) Y AMIKACINA EN *ESCHERICHIA COLI* IN VITRO.

**ANTIMICROBIAL SYNERGISM OF DE HYDROALCOHOLIC
EXTRACT OF GUAVA (*PSIDIUM GUAJAVA L.*) AND
AMIKACIN IN *ESCHERICHIA COLI* IN VITRO**

Dafne Abigail Olvera López

Universidad Autónoma del estado de Hidalgo

Georgina Almaguer Vargas

Universidad Autónoma del estado de Hidalgo

José Ramón Montejano Rodríguez

Universidad Autónoma del estado de Hidalgo

Ana Hilda Figueroa Gutiérrez

Universidad Autónoma del estado de Hidalgo

Mirna Elizabeth Ruiz Anaya

Universidad Autónoma del estado de Hidalgo

Marco Antonio Becerril Flores

Universidad Autónoma del estado de Hidalgo

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i4.18955

Sinergismo antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de guayaba (*Psidium guajava L.*) y amikacina en *Escherichia coli* in vitro.

Dafne Abigail Olvera López¹

ol421285@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0009-0006-3601-8837>

Universidad Autónoma del estado de Hidalgo
México

José Ramón Montejano Rodríguez

jose_montejano5902@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-5744-381X>

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
Pachuca, México

Mirna Elizabeth Ruiz Anaya

mirna_ruiz10517@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0009-0006-9102-7584>

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
México

Georgina Almaguer Vargas

georgina_almaguer5910@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-0396-752X>

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
México

Ana Hilda Figueroa Gutiérrez

ana_figueroa3494@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-8424-9481>

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
Pachuca, México

Marco Antonio Becerril Flores

becerril@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-2322-4686>

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
Pachuca, México

RESUMEN

La Organización mundial de la salud (OMS) declaró que bacterias como *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus pneumoniae*, seguidas de *Salmonella spp* tendrán escasas o nulas opciones de tratamiento debido a su alto grado de resistencia. En especial *E. coli* tiene la capacidad de acumular genes para la resistencia a los antimicrobianos lo que ha ocasionado un incremento en su resistencia a diversos antibióticos como carbapenémicos, cefalosporinas, quinolonas y aminoglucósidos entre otros, por lo cual es importante buscar alternativas terapéuticas antimicrobianas y optimizar las que ya se manejan. El objetivo de este trabajo es mostrar el posible efecto sinérgico del extracto hidroalcohólico de hojas de *Psidium guajava L* y amikacina frente a *Escherichia coli*. Para esta investigación fue utilizado el método Kirby-Bauer para la determinación de la sensibilidad de *Escherichia coli*. El resultado obtenido fue una actividad sinérgica entre ambas sustancias. Incrementando el efecto de la amikacina un 32 %, pasando de intermedio a sensible. Lo cual, brinda una posible alternativa de tratamiento en pacientes que presenten infecciones ocasionadas por *Escherichia coli* al utilizar conjuntamente el extracto de hojas de guayaba con amikacina.

Palabras clave: *Psidium guajava L*, *Escherichia coli*, resistencia bacteriana, antibióticos, amikacina

¹ Autor principal.

Correspondencia: georgina_almaguer5910@uaeh.edu.mx

Antimicrobial synergism of de hydroalcoholic extract of guava (*Psidium guajava L.*) and amikacin in *Escherichia coli* in vitro

ABSTRACT

The world health organization (WHO) has declared that bacteria such as *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, and *Streptococcus pneumoniae*, followed by *Salmonella spp.*, will have few or no treatment options due to their high level of resistance. *E. coli*, in particular, has the ability to accumulate genes for antimicrobial resistance, which has led to an increase in its resistance to various antibiotics such as carbapenems, cephalosporins, quinolones, and aminoglycosides, among others. Therefore, it is important to identify antimicrobial therapeutic alternatives and optimize those already in use. The objective of this work is to demonstrate the possible synergistic effect of the hydroalcoholic extract of leaves of *Psidium guajava L* and amikacin against *E. coli*. For this research, the Kirby-Bauer method was used to determine the sensitivity of *Escherichia coli*. The result obtained was a synergistic activity between both substances, increasing the effect on amikacin by 32%, going from intermediate to sensitive. This provides a potential treatment alternative for patients with *Escherichia coli* infections when this natural product is used in conjunction with amikacin.

Keywords: *Psidium guajava L*, *Escherichia coli*, bacterial resistance, antibiotics, amikacin

Artículo recibido 05 julio 2025

Aceptado para publicación: 25 julio 2025



INTRODUCCIÓN

La inclusión de los antibióticos para el tratamiento de enfermedades infecciosas es una de las intervenciones más importantes para el control de estas. A lo largo de los años los antibióticos han sido capaces de salvar millones de vidas; sin embargo, las bacterias pueden de forma innata crear resistencia (forma intrínseca) pero también esa resistencia puede suceder por un cambio en la composición genética que favorece mecanismos para eliminar, neutralizar y modificar antimicrobianos (forma extrínseca) esta resistencia bacteriana se ha debido principalmente el mal uso de los antibióticos y se ha incrementado rápidamente convirtiéndose en un grave problema de salud a nivel mundial . (Camacho, 2023).

La Resistencia Antimicrobiana (RAM), afecta también a los animales y plantas, dañando la economía y seguridad alimentaria e incrementando el uso de recursos en el sistema de salud. En el 2005 se consideró que el 70% de las bacterias nosocomiales eran resistentes a cuando menos un antibiótico utilizado para su tratamiento (Benavides et al., 2005). La OMS menciona que para el 2019 dicha resistencia ocasiono 1, 27 millones de muertes a nivel global y contribuyo a otras 4.95 millones de muertes pero además, De acuerdo al Informe del Sistema Mundial de Vigilancia de la Resistencia y el Uso de Antimicrobianos (GLASS) en el 2022, *E. coli* mostró una tasa media de resistencia a cefalosporinas de tercera generación del 42% en 76 países y en el 2020 en el caso infecciones del tracto urinario 1 de cada 5 casos presentó susceptibilidad reducida a los antibióticos estándar como ampicilina, cotrimoxazol y fluoroquinolonas (WHO, 2023)

En este sentido, de 265 cepas de *E coli* aisladas de cultivos de orina de pacientes ambulatorios en Cuba, se encontró una sensibilidad del 90% para amikacina, fosfomicina y nitrofurantoina, la susceptibilidad fue menor para ceftazidima (72%), trimetoprima-sulfametoxazol (61%), ácido nalidíxico (56%) y ciprofloxacino (52.8%). De manera general se reportó también que la resistencia bacteriana de las cepas era en promedio para dos o tres antibióticos y de forma interesante que el 87% de cepas multirresistentes fueron sensibles a la fosfomicina y amikacina (Cabrera et al., 2019).

es por esto por lo que es importante encontrar alternativas de tratamiento, que ayuden a potenciar el efecto de los antimicrobianos ante esta bacteria. El uso de plantas medicinales podría ser una alternativa, diversas plantas muestran efectos antimicrobianos como es el caso de *Psidium guajava* L.,



pertenece a la familia Myrtaceae y es conocida popularmente como guayaba, es probable que se originó en América central y Sudamérica, actualmente se le encuentra en las regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo, India, Paquistán, Indonesia, Bangladesh y en centro y Sudamérica sin embargo, no solo se le atribuyen efectos antimicrobianos, también se han probado sus actividades antiinflamatoria (Jang et al., 2014), Anticancerígena (Lok et al., 2023), Hipoglucémica e hipotensora (Ojewole, 2005) Antiespasmódica e inhibidor de la motilidad gastrointestinal. (Lozoya et al., 2002). Entre otros efectos farmacológicos (Kareem et al., 2024).

La actividad antimicrobiana ha sido observada sobre todo para bacterias Gram (+), como *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus pseudintermedius* y *Streptococcus* spp □-hemolítico (Pereira et al., 2023), *Acinetobacter baumannii* (Gutierrez et al., 2025), pero también se ha encontrado actividad contra *E. coli* (Silva et al., 2020; Mitra, et al 2024), por lo cual, el objetivo de este trabajo fue observar el efecto sinérgico de la combinación de antibióticos para G (-) y *Psidium guajava* contra *E. coli*.

METODOLOGÍA

Recolección del material vegetal

Para esta investigación se colectaron hojas de *Psidium guajava* L, procedentes del poblado San Antonio del Desmonte, Pachuca Hidalgo a las 9:30 de la mañana; posteriormente se procedió al lavado de las hojas con agua corriente para retirar cualquier material que pudiera contaminar el extracto, posteriormente se secaron; a la sombra a temperatura ambiente sin contacto con luz solar directa; para proceder con la preparación del extracto. (González et al., 2024).

Preparación del extracto

Se pesaron 100 g de las hojas secas de *Psidium guajava* L. y se cortaron en trozos de un tamaño de 0.2cm y 0.5 cm. El extracto hidroalcohólico al 70% se realizó con alcohol etílico anhidro A.C.S. de Química Meyer a una temperatura de 60 °C durante 10 horas. Una vez transcurrido este tiempo la solución se evaporó hasta sequedad a 70°C. (González et al., 2024).

Preparación de los medios de cultivo

Para poder proceder con el medio de cultivo bacteriano se realizó la preparación del agar no selectivo de Mueller Hinton de acuerdo con las indicaciones de la casa comercial, en dos matraces Erlenmeyer



con tapa, en donde a uno de ellos se le adicionó el extracto de *Psidium guajava* L a la concentración de 1g/L, y en otro se vertió solamente el agar simple y se procedió a esterilización en autoclave a 121°C, 15 lb de presión durante 15 minutos. (González et al., 2024). (Montejano et al., 2024).

Para el llenado de las cajas Petri, se vertieron 30 mL de agar por caja, dentro de campo estéril, se esperó a que se solidificara el medio de cultivo y se procedió a poner las cajas de manera invertida, previa identificación de estas, para posteriormente ser resguardadas en refrigeración a temperatura entre 4 a 7 °C, evitando la congelación. (González et al., 2024). (Montejano et al., 2024).

Cultivo bacteriano en caldo

En un tubo de ensayo con tapa se colocaron veinte mL de caldo Mueller Hinton y con ayuda de un asa bacteriológica calibrada se tomó una muestra (botón) de bacterias de cultivo de *Escherichia coli* con ATCC: 25922 (figura 1.), con la finalidad de inducir un crecimiento rápido de las colonias bacterianas sumergidas en el caldo (figura 2.) en estufa bacteriológica a 37°C durante 24 horas. (González et al., 2024). (Montejano et al., 2024).

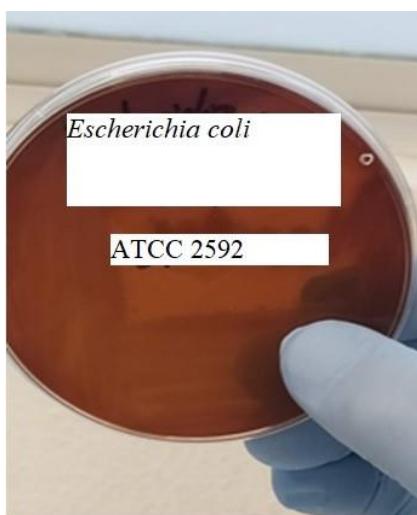


Figura 1.-Cepa bacteriana *Escherichia coli*, ATCC: 2592

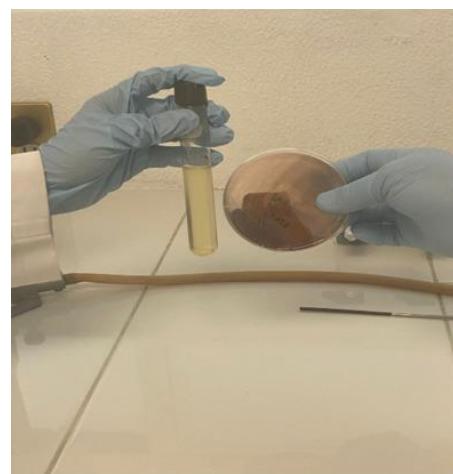


Figura 2.-Fotografía del caldo Mueller Hinton y agar con *Escherichia coli*, ATCC: 2592.

Escala de Mc Farland, siembra por abasto y antibiograma

Transcurrido el tiempo de incubación de la bacteria en caldo, se procedió a la estandarización de la alícuota a usar para realizar la prueba de antibiograma. El patrón de referencia a usar en el proceso de estandarización de la alícuota fue la escala de turbidez de McFarland (1.5), garantizando la presencia de 1.5×10^8 unidades formadoras de colonias por mL. Posteriormente se tomó 0.5 de mL de la

suspensión estandarizada y se depositó dicho volumen en cada una de las cajas Petri, para posteriormente esparcir la muestra sobre toda la superficie del agar con ayuda de un hisopo sin perder el campo estéril (figura 3.); una vez parcialmente seco el medio de cultivo se colocaron los discos de antibiograma G(-) (figura 4) (método Kirby - Bauer); los grupos formados fueron: tres de control simple sin antibiograma, tres de control simple con antibiograma, tres de control con extracto de *Psidium guajava* L y tres con extracto de *Psidium guajava* L con antibiograma. La incubación de las muestras fue en estufa bacteriológica a una temperatura de 37°C durante 24 horas. (González et al., 2024). (Montejano et al., 2024).



Figura 3.- Sembrado bacteriológico de *Escherichia coli* ATCC: 25922.



Figura 4.- Colocación de antibiograma negativo en agar con extracto de *Psidium guajava* L, después de la siembra bacteriológica de *Escherichia coli* ATCC: 25922.

Medida de los halos de inhibición

Para poder realizar el análisis de los resultados obtenidos fue necesario medir el halo de inhibición (mm) de acuerdo con Clinical and laboratory Standards (CLSI) con un vernier digital.

RESULTADOS

Posterior al método de siembra por abasto de *Escherichia coli* sobre la superficie del agar Muller Hinton en presencia y ausencia de *Psidium guajava* L, se obtuvieron los siguientes resultados:

La figura 5 muestra crecimiento homogéneo de *Escherichia coli* ATCC: 25922, sobre la superficie del agar. Los experimentos fueron realizados por triplicado, el periodo de incubación fue de 24 horas y a temperatura de 37°C.



Figura 5.- Crecimiento bacteriano de *Escherichia coli* ATCC: 25922 en agar simple.

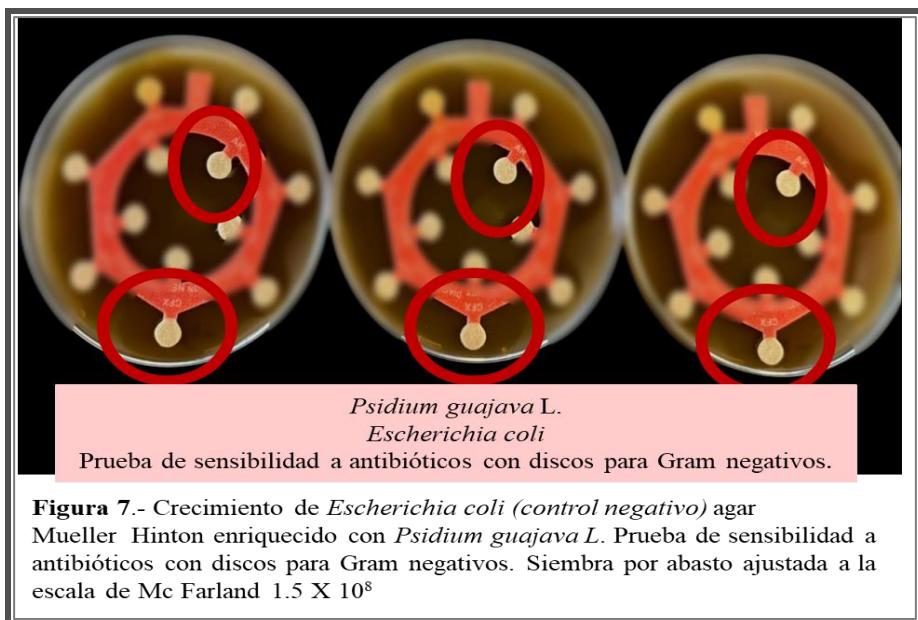
Los resultados obtenidos en el presente trabajo muestran el efecto antimicrobiano de diferentes antibióticos contra *Escherichia coli* ATCC 25922 (*in vitro*). Se puede observar en la Tabla 1 el halo de inhibición en presencia del antibiótico en Agar Mueller-Hinton solo (control) y el adicionado con *Psidium guajava* L. 1g/L. El uso de *Psidium guajava* L en presencia de los diferentes antibióticos incrementa el halo de inhibición de algunos de ellos con respecto al control, (figura 6) considerando como 1) sensible aquella cepa cultivada la cual puede tratarse por las concentraciones habituales de antibiótico, 2) intermedio como aquellas CMI las cuales son cercanas a las concentraciones en las cuales se puede observar una eficacia y resistente a los microorganismos que no son capaces de mostrar inhibición por las concentraciones habituales. Estos parámetros de sensibilidad son recomendados por el proveedor (Gutierrez. R. A. Multibac para bacterias G(-)).

Antibiótico	Control (-)	Experimental con <i>Psidium guajava</i> L. (-)
Ampicilina (AM)	0	11.853
Carbenicilina (CB)	14.386	18.66
Cefalotina (CF)	11.46	9.833
Ciprofloxacino (CPF)	28.193	25.313
Cloranfenicol (CL)	20.58	25.773
Netilmicina (NET)	17.726	19.786
Nitrofurantoína (NF)	19.8	26.446
Sulfametoxazol(trimetoprim (SXT)	20.273	25.493
Norfloxacino (NOF)	20.92	23.08

Tabla 1. Comparación de halos de sensibilidad (mm). Resultados de antibiograma vs *Escherichia coli* ATCC 25922, en agar Mueller Hinton simple y enriquecido con *Psidium guajava* L. 1g/L Los valores mostrados representan la media de tres experimentos.



Figura 6.- Crecimiento de *Escherichia coli* (*control positivo*) agar Mueller Hinton. Prueba de sensibilidad a antibióticos con discos para Gram negativos. Siembra por abasto ajustada a la escala de Mc Farland 1.5×10^8 .



Como se puede observar en la tabla número 2, el antibiótico amikacina a dosis de 30 µg/ml inhibe el crecimiento de *Escherichia coli* con un halo de inhibición que lo refiere como intermedio, pero el halo de inhibición en presencia de *Psidium guajava L* se ve incrementado hasta en un 32%, para la concentración de 1g/L.

Tabla de comparación de Halos de sensibilidad en (mm)

	Concentración	R (Resistente)	I (Intermedio)	S (Sensible)
Amikacina	30mg/ml	14	15-16	17
Halo de inhibición (mm)				
Antibiótico	Control	Experimental con <i>Psidium guajava L.</i> 1g/L		
Amikacina	15.826	21.046		

Tabla 2.- Resultados de Amikacina vs *Escherichia coli* ATCC 25922, en agar Mueller - Hinton simple y enriquecido con *Psidium guajava L.* 1g/L. Los valores mostrados representan la media de tres experimentos.

En el caso de la tabla número 3 se puede observar que la cefotaxima a dosis de 30 µg/ml inhibe el crecimiento de *Escherichia coli* con un halo de inhibición que lo refiere como intermedio, pero el halo de inhibición en presencia de *Psidium guajava* L se ve incrementado hasta en un 9%, para la concentración de 1g/L. (figura 7).

Tabla de comparación de Halos de sensibilidad en (mm)				
	Concentración	R (Resistente)	I (Intermedio)	S (Sensible)
Cefotaxima	30mg/ml	22	23-25	26
Halo de inhibición (mm)				
Antibiótico	Control	Experimental con <i>Psidium guajava</i> L. 1g/L		
Cefotaxima	25.42	27.73		

Tabla 3.- Resultados de cefotaxima vs *Escherichia coli* ATCC 25922, en agar Mueller Hinton simple y enriquecido con *Psidium guajava* L.1g/L. Los valores mostrados representan la media de tres experimentos.

Discusión de resultados

La Organización mundial de la salud (OMS) declaró que bacterias como *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus pneumoniae*, seguidas de *Salmonella spp* tendrán escasas o nulas opciones de tratamiento debido a su alto grado de resistencia. Según el informe de la Comisión O'Neill presentada a OMS por el gobierno del Reino Unido, unas 700 000 personas mueren cada año por causas relacionadas con la resistencia a los antimicrobianos y se estima que la resistencia bacteriana ocasionará 10 millones de muertes por año para el 2050. (Avilés, 2021)

En los últimos años se ha observado un aumento en la resistencia antimicrobiana a nivel mundial, especialmente en el grupo de bacterias conocidas como ESKAPE (*Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Enterobacter* sp.), en este contexto, en el caso de *K. pneumoniae*, la cual en el periodo del 2013 al 2016 mostró un incremento en la resistencia a cefalosporinas en un 21.7% al 36.1% y referente a los



carbapenémicos de un 0.6% a un 2.9%; en lo que se refiere a *P. aeruginosa* se reportaron registros de aislamientos multirresistentes en un 40.1% en los últimos 20 años, así mismo se reportó, resistencia a cefalosporinas, en especial a las de tercera generación frente a *Escherichia coli* en un 4.6% a un 10.4%, especialmente en Latinoamérica. (De La Cadena et al., 2023).

Escherichia coli, es considerada una de las bacterias más importantes a nivel mundial a la cual se le ha asociado con diversas infecciones tales como infecciones del tracto urinario, meningitis y enfermedades del tracto gastrointestinal. En un estudio realizado en el año 2018 en seis hospitales de Hermosillo, Sonora, México, se obtuvieron 6175 aislamientos bacterianos recopilados de diversos medios (orina, exudado vaginal, exudado faríngeo, heces) provenientes de pacientes que se encontraban hospitalizados en seis nosocomios, se obtuvo que los microorganismos más frecuentes fueron *Escherichia coli* en un 40%, *Staphylococcus aureus* con 13.6%, *Klebsiella pneumoniae* con 7.5%, *Pseudomonas aeruginosa* con 6.9% y *Staphylococcus epidermidis* con un 6.4%; se observó que la sensibilidad de *Escherichia coli* a los diversos antibióticos utilizados en el estudio fue de entre un 82% al 100% para aminoglucósidos, en tanto para las cefalosporinas la sensibilidad fue de un 60% al 80% (Bolado y Nevárez, 2018).

En la actualidad, no se priorizan estudios en donde se evidencie el efecto de las plantas medicinales como una alternativa de tratamiento para las diversas enfermedades bacterianas, así como de los metabolitos a los cuales se les atribuyen estos efectos. Las hojas de *Psidium guajava* L han sido utilizadas a través de los años alrededor del mundo para el tratamiento empírico de diversas enfermedades, esto, debido a su actividad antioxidante, antimicrobiana, antihelmíntica y astringente por lo que en este trabajo se evaluó el efecto antimicrobiano del extracto de *Psidium guajava* L. (Lozoya et al., 2002), en específico el efecto del extracto etanólico de *Psidium guajava* L contra la resistencia de *E. coli* a diferentes antibióticos. Los resultados obtenidos mostraron un incremento de los halos de inhibición contra *Escherichia coli* en presencia del extracto de *Psidium guajava* L; este incremento de la sensibilidad de la bacteria a los diversos antibióticos puede deberse a los fitoquímicos presentes en la planta. En el 2010 se publicó un estudio en el que se determinó la fitoquímica del extracto de hojas de *Psidium guajava* L reportando la presencia del flavonoide querctetina, un triterpenoide pentacíclico, el ácido guajanoico; así como, β-sitosterol, uvaol, ácido



oleánólico y ácido ursólico, los cuales mostraron efecto antimicrobiano ante la diarrea infecciosa. (Birdi et al., 2010).

Usando la prueba de microdilución se observó que los extractos acuoso y etanólico al 70% de hojas, raíz y corteza tuvieron actividad contra *Staphylococcus aureus* (MICs=500, 125 y 250 $\mu\text{g/mL}$ respectivamente; y en *Bacillus subtilis*, las MICs fueron de 500 $\mu\text{g/mL}$; sin embargo al evaluar el efecto contra *E. coli*, los autores reportan que no fueron activos contra *E. coli* ni *Pseudomonas aeruginosa* presentando una CMI mayor a 1000 $\mu\text{g/mL}$. (Rogério et al., 2005). Otros trabajos también han reportado actividad antimicrobiana contra *E. coli*, mostrando que el extracto de *Psidium guajava* L. contiene componentes que ayudan a reducir la movilidad de la bacteria. (Birdi et al., 2010). Otro estudio realizado en el 2020 para determinar la composición química del extracto alcohólico de hoja de guayaba, así como su efecto como inhibidor de la movilidad de *Escherichia coli* determinó que la querctina es el principal compuesto responsable de actividad antibacteriana ante la diarrea provocada por la bacteria. (Silva et al., 2020).

En un estudio publicado en el 2024 donde se estudió el efecto sinérgico de *Psidium guajava* L y penicilina procaínica sobre *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina, y se observó un efecto sinérgico, mejorando de manera notable la actividad antimicrobiana contra esta, esto, debido a que los halos de inhibición se vieron incrementados en comparación con el extracto de *Psidium guajava* L y la penicilina procaínica por separado. (Nhlanhla et al., 2024)

Mitra y colaboradores en el año 2024 encontraron sinergia entre el extracto de *Psidium guajava* L y diversos antimicrobianos usados contra *Escherichia coli*. El patrón de sensibilidad sin extracto de *Psidium guajava* L que observaron fue para la cefuroxima en un 10%; cefotaxima 36.66%; cefalotina 23.33%; amikacina 70%; por el contrario, al analizar el patrón de sensibilidad enriquecido con *Psidium guajava* L arrojó los siguientes resultados: cefuroxima 26.66%, cefotaxima 60%, cefalotina 50%, amikacina 90%, lo cual indicó un efecto sinérgico significativo al estar en contacto con el extracto de *Psidium guajava* L. (Mitra et al., 2024).

En el presente trabajo se observó un efecto sinérgico en presencia de *Psidium guajava* L, con algunos antibióticos como ampicilina, cloranfenicol, nitrofurantoína, sulfametoxazol(trimetoprim, pero el que presentó mayor efecto fue amikacina , la cual, mostró un incremento del halo de inhibición con



respecto al control negativo del 32%, pasando de sensibilidad intermedia a sensible. De forma similar la cefotaxima, paso de intermedio a sensible con un incremento del 9%, esto significa que el extracto etanólico de las hojas de *Psidium guajava* presento efecto sinérgico con el uso de diferentes antibióticos para G (-), siendo más importante en amikacina y cefotaxima.

Los aminoglucósidos se utilizan como terapia empírica para la sepsis grave y el shock, en especial la amikacina la cual demostró ser más activa frente a casi todas las cepas de *E. coli* resistentes a otros aminoglucósidos (Sánchez et al., 2004).

Cho et al., encontraron que la amikacina se utilizó exitosamente también en el tratamiento parenteral ambulatorio para *E. coli* productora de B-lactamasa de espectro extendido (ESBL-EC) en pacientes no tratados con carbapenem en un entorno con recursos limitados (Cho et al., 2015).

La amikacina se utiliza combinada en caso de infecciones multirresistentes del tracto urinario con fosfomicina, (Cabrera et al., 2019) nitrofurantoina (Zhong et al., 2020).

Sin embargo, en el caso de la amikacina se ha observado que no siempre se alcanza la concentración máxima adecuada, quedando concentraciones subterapéuticas posteriores. (Roger et al., 2015)

Por lo tanto, los resultados obtenidos en el presente trabajo son importantes, ya que es posible incrementar el efecto bactericida de amikacina contra *E. coli*, al presentar efecto sinérgico al utilizarla de forma concomitante con *Psidium guajava*.

CONCLUSIONES

La presencia de *Psidium guajava* L, disminuyó el crecimiento de *Escherichia coli* ATCC 25922 cuando se empleó de forma concomitante con antibióticos como cefotaxima y amikacina, por lo que se puede concluir que el extracto hidroalcohólico de las hojas de *Psidium guajava* L incremento el efecto bactericida de dichos antibióticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alós. I. J. (2014). Resistencia bacteriana a los antibióticos: una crisis global. *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*. recuperado el 10 de mayo del 2025 de: <https://www.elsevier.es/revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-resistencia-bacteriana-los-antibioticos-una-S0213005X14003413>



Benavides. P. L., Aldama. O. A., Javier. V. (2005). Vigilancia de los niveles de uso de antibióticos y perfiles de resistencia bacteriana en hospitales de tercer nivel de la Ciudad de México. *Salud Pública de México*. Recuperado el 5 de mayo del 2025 de: <https://www.scielosp.org/pdf/spm/2005.v47n3/219-226/es>

Birdi, T., Daswani, P., Brijesh, S. (2010). Nuevos conocimientos sobre el mecanismo de acción de las hojas de *Psidium guajava* L. en la diarrea infecciosa. *Complemento BMC Altern Med* 10, 33. recuperado el 22 de mayo del 2025 de: <https://bmccomplementmedtherapies.biomedcentral.com/articles/10.1186/1472-6882-10-33>

Bolado.M., Nevárez. L.A.R., (2018). Vigilancia de la resistencia bacteriana en instituciones de salud de la ciudad de Hermosillo, Sonora, México. *Salud Pública de México*, 60(2), 117-119. Recuperado el 5 de mayo del 2025 de: <https://www.scielo.org.mx/pdf/spm/v60n2/0036-3634-spm-60-02-117.pdf>

Camacho. S. L. A. (2023). Resistencia bacteriana, una crisis actual. *Revista española de salud pública*, 97, e202302013 recuperado el 28 de abril del 2025 de: <https://PMC.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10541255/>

Cabrera, R. L. E., Díaz, R. L., Miralles, S. A. I., Ones, R. R., Torres, H. Y., Pantaleón, H. M. Efectividad *in vitro* de la amikacina y fosfomicina en cepas de *Escherichia coli* uropatógena multidrogorresistentes. *Correo Científico Médico*. 2019;23(4). <https://www.medigraphic.com/pdfs/correo/ccm-2019/ccm194b.pdf>

Cerezo, S., Santos, J., Otero, M., López, F., Alcántar, M. (2020). Resistencia antimicrobiana. Importancia y esfuerzos por contenerla. *Gaceta médica de México*. Recuperado el 28 de abril del 2025 de: <https://www.scielo.org.mx/pdf/gmm/v156n2/0016-3813-gmm-156-2-172.pdf>

Cho, S.-Y., Choi, S.-M., Park, S. H., Lee, D.-G., Choi, J.-H., & Yoo, J.-H. (2015). Amikacin therapy for urinary tract infections caused by extended-spectrum β-lactamase-producing *Escherichia coli*. *Korean J Intern Med* 2016;31(1):156-161. <https://doi.org/10.3904/kjim.2016.31.1.156>

De La Cadena, E., Pallares, C. J., García-Betancur, J. C., Porras, J. A., & Villegas, M. V. (2023). Actualización sobre la resistencia antimicrobiana en instituciones de salud de nivel III y IV en Colombia entre enero del 2018 y diciembre del 2021 [Update of antimicrobial resistance in



level III and IV health institutions in Colombia between January 2018 and December 2021].

Biomedica: revista del Instituto Nacional de Salud, 43(4), 457–473.

<https://doi.org/10.7705/biomedica.7065>

González. L.Y., Almaguer V. G., Montejano. R. J. R., Becerril F. M. A. López H. A. L., Murillo. B.

F., Ruiz. A. M. E., (2024). Decremento de la resistencia antimicrobiana de *Pseudomonas aeruginosa* a diferentes antibióticos con el extracto hidroalcohólico de *O majorana* *in vitro*.

Ciencia latina. Revista científica multidisciplinar, Julio- Agosto 2024 8(4). Pág 7980 a 7995.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12966

Gutierrez-Montiel, D., Guerrero-Barrera, A. L., Ramírez-Castillo, F. Y., Galindo-Guerrero, F.,

Ornelas-García, I. G., Chávez-Vela, N. A., de O. Costa, M., Avelar-González, F. J., Moreno-

Flores, A. C., Vázquez-Pedroza, E., Arreola-Guerra, J. M., & González-Gámez, M. (2025).

Guava leaf extract exhibits antimicrobial activity in extensively drug-resistant (XDR)

Acinetobacter baumannii. *Molecules*, 30(1), 70. <https://doi.org/10.3390/molecules30010070>

Hidalgo. F. R., Gómez. U. M., Escalera. C. A., Díaz. S. Q. (2015). Beneficios de la guayaba para la

salud. *Revista para la salud*. Recuperado el 12 de mayo del 2025 de:

http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/pdf/riis/v10n25/v10n25_a05.pdf

Jang, M., Jeong, S. W., Cho, S. K., Ahn, K. S., Lee, J. H., Yang, D. C., & Kim, J. C. (2014). Anti-

inflammatory effects of an ethanolic extract of guava (*Psidium guajava* L.) leaves *in vitro* and

in vivo. *Journal of medicinal food*, 17(6), 678–685. <https://doi.org/10.1089/jmf.2013.2936>

Jawerth. N. (2020). Enfermedades infecciosas: Enfermedades infecciosas y cómo pueden ayudar las

ciencias nucleares. *Boletín del OIEA*. Recuperado el 25 de mayo del 2025 de:

<https://www.iaea.org/sites/default/files/20-01864sweb.pdf>

Lok, B., Babu, D., Tabana, Y., Dahham, S. S., Adam, M. A. A., Barakat, K., & Sandai, D. (2023). The

Anticancer Potential of *Psidium guajava* (Guava) Extracts. *Life (Basel, Switzerland)*, 13(2),

346. <https://doi.org/10.3390/life13020346>

Losa. J. E. (2022). Enfermedades infecciosas emergentes: una realidad asistencial. *Anales del Sistema*

Sanitario de Navarra, 44(2), 147-151. Recuperado el 25 de mayo del 2025 de:

https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272021000200001



Lozoya, X., Reyes, M. H., Chávez, A., Martínez, G. C., Soto, G., Svetlana, V. D. (2002). Intestinal anti-spasmodic effect of a phytodrug of *Psidium guajava* folia in the treatment of acute diarrheic disease, *Journal of Ethnopharmacology*, 83 (1–2), 19-24
[https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(02\)00185-X.](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(02)00185-X)

Mitra, S; Bhesania Hodiwala, A. V; Kar, H. (2024). Susceptibility and synergistic effects of guava plant extract and antimicrobial drugs on *Escherichia coli*. *Cureus* 16(1): e52345. doi:10.7759/cureus.52345

Montejano. R. J. R., Almaguer V. G., García. O. E. P., Mora M. M., Becerril F. M. A., Ruiz. A. M. E. (2024). Potenciación del efecto antibiótico de ciprofloxacino en presencia de ácido gálico vs *Escherichia Coli*. *Ciencia latina. Revista científica multidisciplinar*, Septiembre - octubre 2024 8(5). Pág 453 a 475.

Nhlanhla. W; Kegomoditswe. P; Siyabonga. P; Nokukhanya. T. (2024). Synergistic effects of *Psidium guajava* and procaine penicillin on MRSA. *AOSIS*. Recuperado el 09 de mayo del 2025 de: <https://jomped.org/index.php/jomped/article/view/268/857>

Ojewole J. A. (2005). Hypoglycemic and hypotensive effects of *Psidium guajava* Linn. (Myrtaceae) leaf aqueous extract. *Methods and findings in experimental and clinical pharmacology*, 27(10), 689–695. <https://doi.org/10.1358/mf.2005.27.10.948917>

Pereira, G. A., Cháves, D. S. A., Silva, T. M. E., Motta, R. E. A., Silva, A. B. R. D., Patrício, T. C. D. C., Fernandes, A. J. B., Coelho, S. M. O., Ożarowski, M., Cid, Y. P., & Karpiński, T. M. (2023). Antimicrobial Activity of *Psidium guajava* Aqueous Extract against Sensitive and Resistant Bacterial Strains. *Microorganisms*, 11(7), 1784.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms11071784>

Kareem A. T, Kadhim EJ *Psidium guajava*: Una revisión de sus componentes farmacológicos y fitoquímicos. *Biomed Pharmacol J* 2024;17(2).
<https://biomedpharmajournal.org/vol17no2/psidium-guajava-a-review-on-its-pharmacological-and-phytochemical-constituents/>

Rodríguez. A. G., (2002). Principales características y diagnóstico de los grupos patógenos de *Escherichia coli*. *Salud Pública de México*, 44(5), 464-475. Recuperado el 14 de marzo de



2025, de: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342002000500011

Rodríguez. A. R; Lafourcade P.A; Pérez R.L. (2013). Hojas de *Psidium guajava* L. *Revista Cubana de Farmacia*, 47(1), 127-135 Recuperado el 12 de mayo del 2025 de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152013000100014

Roger, C., Nucci, B., Molinari, N., Bastide, S., Saissi, G., Pradel, G., Barbar, S., Aubert, C., Lloret, S., Elotmani, L., Polge, A., Lefrant, J. Y., Roberts, J. A., & Muller, L. (2015). Standard dosing of amikacin and gentamicin in critically ill patients results in variable and subtherapeutic concentrations. *International journal of antimicrobial agents*, 46(1), 21–27. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2015.02.009>

Rogério S. N., García C. D. A., Simone S. M., Vataru N. C., Dias F. B. P. (2005). An evaluation of antibacterial activities of *Psidium guajava* (L.). *Biological and Applied Sciences Braz. arch. biol. technol.* 48 (3) <https://doi.org/10.1590/S1516-89132005000300014>

Sánchez Merino, J. M., Guillán Maquieira, C., Fuster Foz, C., López Medrano, R., Jiménez Rodríguez, M., & García Alonso, J. (2004). Sensibilidad microbiana de *Escherichia coli* en bacteriurias en el área sanitaria del Bierzo en el año 2003. *Actas Urológicas Españolas*, 28(8), 588-593. Recuperado en 29 de julio de 2025, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0210-48062004000800005&lng=es&tlang=es

Silva. V. M; Bañuelos. V; Delgadillo. R. L; Gallegos. F. P; Meza. L. C; Valladares C; Echavarría. F. (2020). Caracterización química de extracto alcohólico de hoja de guayaba (*Psidium guajava*) y su efecto como inhibidor de movilidad para *Escherichia coli* O157:H7Abanico veterinario. Recuperado el 22 de mayo del 2025 de: <https://www.scielo.org.mx/pdf/av/v10/2448-6132-av-10-e119.pdf>

A Promising WHO antimicrobial resistance, 21 November 2023 Detail/Fact sheets, Newsroom, Home. Consultado el 28 Jul 2025 de <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>



Zhong, Z. X., Cui, Z. H., Li, X. J., Tang, T., Zheng, Z. J., Ni, W. N., Fang, L. X., Zhou, Y. F., Yu, Y., Liu, Y. H., Liao, X. P., & Sun, J. (2020). Nitrofurantoin combined with amikacin: A promising alternative strategy for combating MDR uropathogenic *Escherichia coli*. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 10, 608547. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2020.608547>

