



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), mayo-junio 2026,  
Volumen 10, Número 3.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v10i3](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i3)

## **EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A ANTIBIÓTICOS DE PSEUDOMONAS AERUGINOSA CON EL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE PSIDIUM GUAJAVA L. (GUAYABA) IN VITRO**

**EVALUATION OF ANTIBIOTIC RESISTANCE OF PSEUDOMONAS  
AERUGINOSA WITH THE HYDROALCOHOLIC EXTRACT OF  
PSIDIUM GUAJAVA L. (GUAVA) IN VITRO**

**Rubi Aline Rosas López**

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo Pachuca, México

**Ana Hilda Figueroa Gutiérrez**

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo Pachuca, México

**Georgina Almaguer Vargas**

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo Pachuca, México

**José Ramón Montejano Rodríguez**

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo Pachuca, México

**Marco Antonio Becerril Flores**

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo Pachuca, México

**Mirna Elizabeth Ruiz Anaya**

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo Pachuca, México

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v10i3.24459](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i3.24459)

## Evaluación de la Resistencia a Antibióticos de *Pseudomonas Aeruginosa* con el Extracto Hidroalcohólico de *Psidium Guajava* L. (Guayaba) in Vitro

**Rubi Aline Rosas López<sup>1</sup>**

[ro428598@uaeh.edu.mx](mailto:ro428598@uaeh.edu.mx)

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo  
Pachuca, México

**Ana Hilda Figueroa Gutiérrez**

[ana\\_figueroa3494@uaeh.edu.mx](mailto:ana_figueroa3494@uaeh.edu.mx)

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

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo  
Pachuca, México

**Georgina Almaguer Vargas**

[georgina\\_almaguer5910@uaeh.edu.mx](mailto:georgina_almaguer5910@uaeh.edu.mx)

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

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo  
Pachuca, México

**José Ramón Montejano Rodríguez**

[jose\\_montejano5902@uaeh.edu.mx](mailto:jose_montejano5902@uaeh.edu.mx)

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

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo  
Pachuca, México

**Marco Antonio Becerril Flores**

[becerril@uaeh.edu.mx](mailto:becerril@uaeh.edu.mx)

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

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo  
Pachuca, México

**Mirna Elizabeth Ruiz Anaya**

[mirna\\_ruiz10517@uaeh.edu.mx](mailto:mirna_ruiz10517@uaeh.edu.mx)

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

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo  
México

### RESUMEN

La resistencia bacteriana a los antibióticos adquiere cada día mayor relevancia, la OMS ha mencionado que existen algunas bacterias que se distinguen, debido al fracaso terapéutico en su tratamiento. Entre ellas destaca la bacteria *Pseudomonas aeruginosa*, un patógeno oportunista causante de infecciones agudas o crónicas que se adquieren en la comunidad, pero sobre todo durante la estancia hospitalaria en pacientes inmunocomprometidos. La Organización Mundial de la Salud (OMS), desde el 2017, la posiciona dentro de las bacterias que necesitan con urgencia nuevos antibióticos. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del extracto hidroalcohólico de *Psidium guajava* L. (Guayaba) en diversos antibióticos contra *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 28753 en un modelo *in vitro*. Resultados: Se observó la inhibición moderada del crecimiento de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 28753 y del color verde brillante que da la bacteria, así como el incremento en el halo de inhibición de cefuroxima, nitrofurantoína, ácido nalidíxico y aztreonam y la disminución del halo de inhibición en gentamicina, amikacina, ofloxacina, norfloxacin, ciprofloxacina, y ceftazidima. Conclusión: El extracto etanólico de *Psidium guajava* mostró actividad antimicrobiana frente a *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 28753 y modificó la respuesta bacteriana a diferentes antibióticos.

**Palabras clave:** psidium guajava l; pseudomonas aeruginosa; resistencia antibacteriana

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [ro428598@uaeh.edu.mx](mailto:ro428598@uaeh.edu.mx)

# Evaluation of Antibiotic Resistance of *Pseudomonas Aeruginosa* with the Hydroalcoholic Extract of *Psidium Guajava* L. (Guava) *in Vitro*

## ABSTRACT

Bacterial resistance to antibiotics is becoming increasingly important. The WHO has noted that some bacteria stand out due to their persistent therapeutic failure. Among them is *Pseudomonas aeruginosa*, an opportunistic pathogen that causes acute or chronic infections acquired in the community, but especially during hospital stays in immunocompromised patients. Since 2017, the World Health Organization has included it among the bacteria that urgently need new antibiotics. Therefore, the objective of the present work was to evaluate the effect of the hydroalcoholic extract of *Psidium guajava* L. (Guava) on various antibiotics against *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 28753 in an *in vitro* model. Results: Inhibition of the growth of *P. aeruginosa* ATCC 28753 and of bright green color were observed, as well as an increase in the inhibition zone for cefuroxime, nitrofurantoin, nalidixic acid, and aztreonam, and a decrease in the inhibition zone for gentamicin, amikacin, ofloxacin, norfloxacin, ciprofloxacin, and ceftazidime. Conclusion: The ethanolic extract of *Psidium guajava* showed antimicrobial activity against *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 28753 and modified the bacterial response to different antibiotics.

**Keywords:** psidium guajava l.; pseudomonas aeruginosa; antibacterial resistance

*Artículo recibido 20 mayo 2026*  
*Aceptado para publicación: 20 junio 2026*



## INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de Salud (OMS) menciona que la resistencia antimicrobiana (RAM) surge a partir de microorganismos como bacterias, virus, hongos y parásitos que con el paso de los años sufren cambios genéticos significativos y dejan de ser sensibles a los antibióticos. Es favorecida por la actividad humana sobre todo por el uso inadecuado de los antimicrobianos. Una de sus principales consecuencias es la pérdida de efectividad de los antimicrobianos a diferentes infecciones originando el incremento en la gravedad de la infección, así como de la mortalidad, el problema cada vez es mayor, en el 2019 se le atribuyeron más de un millón de muertes (OMS, 2023) y según un estudio realizado por O'Neill (2024) este número podría incrementarse a 10 millones para el año 2050 si no se llevan a cabo intervenciones para revertir dicha tendencia. (O'Neill, 2014). Incluso se menciona que en los siguientes 30 años las muertes por bacterias resistentes podrían ser más frecuentes que las atribuidas al cáncer (Willyard, 2017; Osman et al., 2019).

Esta creciente resistencia bacteriana definitivamente conlleva a mayor estancia hospitalaria, más mortalidad, incremento en los reingresos, alto requerimiento de recursos e infraestructura, ocasionando una carga económica en todos los niveles de atención hospitalarios y de forma general en todos los grupos sociales a nivel global (Ahmad and Khan, 2019).

En la búsqueda de posibles soluciones a este problema, la OMS seleccionó un grupo de bacterias cuya característica común es que presentan una alta resistencia a antibióticos. A partir del 2017 este grupo de bacterias se ha denominado el grupo ESKAPE cuyo nombre deriva del nombre científico de cada una de las bacterias, estas son: *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter spp.*, (Mulani et al., 2019).

*Pseudomonas aeruginosa* es una bacteria Gram negativa, oportunista, que puede ocasionar infecciones crónicas o agudas, se puede adquirir en la comunidad, pero sobre todo en los hospitales. De hecho, ocupa el cuarto lugar entre las infecciones ocasionadas por atención médica y la población que se encuentra en la unidad de cuidados intensivos es la que presenta mayor riesgo de contraerla. Su gravedad se observa más acentuada en las infecciones en torrente sanguíneo ya que ocasionan hasta el 58.8% de mortalidad.



Los fómites son una forma de transmisión ya que se asocia a infecciones urinarias por catéteres y también produce neumonía nosocomial relacionada con una contaminación por el ventilador, es posible que infecte el sitio quirúrgico y en pacientes con quemaduras hay una prevalencia de la bacteria de hasta el 50% llegando en pediátricos hasta el 86% de mortalidad por sepsis, sobre todo en infecciones por *P. aeruginosa* Multiresistente (MDR). (Schwartz et al., 2024).

La alta prevalencia y resistencia de *P. aeruginosa* a los antimicrobianos hacen prioritario encontrar tratamientos que sean económicos y efectivos para combatirla. Los productos naturales presentan fitoquímicos que pueden ofrecer una alternativa antimicrobiana potencial, son asequibles y con una baja incidencia de efectos secundarios. (Rodríguez et al., 2025). Un ejemplo de esto es un arbusto nativo de Mesoamérica llamado *Psidium guajava* Linn., sus propiedades terapéuticas han sido descritas en fuentes históricas mexicanas desde hace más de 500 años considerándose una terapia eficaz y segura. (Lozoya et al., 2002). Pertenece a la familia Myrtaceae. Uno de los efectos atribuidos a esta especie es su actividad antimicrobiana la cual, es ejercida por la presencia de flavonoides (quercetina, aviculatina, guajaverina), triterpenos y aceites esenciales que inhiben el crecimiento de diversos patógenos gastrointestinales. (Silva-Vega et al., 2020).

Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de *Psidium guajava* L. (Guayaba) contra *Pseudomonas aeruginosa* y su efecto en presencia de diversos antibióticos en un modelo in vitro.

## **METODOLOGÍA**

Se trabajó con la cepa bacteriana de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 28753, de la cual se realizó un “subcultivo” o “repique” en estría cruzada, sobre Agar de Mueller-Hinton, incubando la placa en estufa bacteriológica durante 24 horas a 37°C. Posterior al crecimiento bacteriano, se tomaron 3 a 5 colonias con asa bacteriológica calibrada y se inocularon en tubo de ensaye de 10x15 conteniendo 5 ml de caldo Mueller – Hinton, incubando bajo las mismas constantes de tiempo y temperatura que el “subcultivo”. Tras este proceso se obtuvo un crecimiento bacteriano exponencial, demostrado por la turbidez presente en el tubo.



### **Recolección y procesamiento del material vegetal**

La parte aérea de *Psidium guajava* (hojas) se recolectó en San Antonio del Desmonte, municipio de Pachuca de Soto Hidalgo, en horario matutino de las 9.00 A.M; la muestra se tomó respetando los estándares de selección de ejemplares, garantizando de esta manera la obtención de un buen espécimen de investigación.

Las hojas se lavaron perfectamente y se colocaron en un área de secado la cual corresponde a un lugar sin humedad y a temperatura ambiente. Se pesaron 100 gramos de hojas de guayaba (*Psidium guajava* L.) y se cortaron en trozos de entre 0.2 y 0.5 centímetros. El material vegetal se sometió a un proceso de maceración colocándolo en un frasco de vidrio ámbar conteniendo un litro de etanol al 70% (Química Meyer), el tiempo de macerado fue de una semana a temperatura ambiente. Después de este proceso, la solución hidroalcohólica se evaporó por completo en rotavapor de la marca Bushi siguiendo los estándares de presión y temperatura, hasta la completa obtención de un extracto seco.

### **Preparación del patrón de Mc Farland.**

Se trata de un patrón de turbidez, el cual se preparó usando Cloruro de Bario ( $BaCl$ ) al 1.175% y  $H_2SO_4$  al 1%; se prepararon 100 ml de cada solución. De la probeta conteniendo el ácido sulfúrico se retiraron y eliminaron 0.5 ml y se repusieron con 0.5 ml de la solución de Cloruro de Bario, formándose un precipitado de sulfato de bario, el cual constituyó la escala de turbidez correspondiente 0.5 en la escala Mc Farland. Se depositaron 15 ml en un tubo de ensaye. El patrón 0.5 en la escala Mc Farland tiene una absorbancia entre 0.08 a 0.1 a una longitud de onda de 560 nm y equivale a  $1.5 \times 10^8$  UFC/ml.

### **Preparación de la suspensión bacteriana.**

En un tubo de ensaye se colocó un volumen conocido de solución salina fisiológica (5ml) y en este se depositó con asa bacteriológica calibrada una muestra de colonias bacterianas obtenidas de las cajas de cultivo previamente preparadas; se fue añadiendo más solución salina hasta lograr la turbidez que se pudiera compararse a la del tubo obteniéndose la longitud de onda de 560nm, la cual se corresponde con los valores de  $1.5 \times 10^8$  UFC/ml.

### **Técnica de Siembra Bacteriana por “Abasto”**

Del tubo conteniendo la muestra estandarizada de *Pseudomonas aeruginosa* se tomó 1 ml de la suspensión bacteriana estandarizada, y se depositó dicha cantidad en cada una de las cajas con agar



Mueller Hinton; el inóculo se extendió sobre la superficie de los geles con una varilla de cristal en forma “L” girándola 360° sobre la superficie de las placas, logrando una distribución uniforme de la bacteria.

#### **Control sin guayaba (*Psidium guajava* L)**

Se prepararon 6 cajas de Petri con el medio de cultivo Mueller Hinton, siguiendo para su preparación las especificaciones de la casa comercial, y se procedió a realizar la siembra bacteriana por abasto de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 28753; a tres cajas se les colocó el antibiograma para Gram negativos de laboratorios BIO-RAD y otras tres quedaron sin sensidisco.

#### **Preparación de los agares con guayaba (*Psidium guajava* L)**

Se procedió con 6 cajas como en el punto anterior y se les agregó 1 g/L del extracto hidroalcohólico de *Psidium guajava* L previo al proceso de esterilización. Se prepararon 6 cajas conteniendo el agar enriquecido y ya una vez solidificados, se realizó la técnica de siembra por abasto en todas ellas. Solamente en tres de las 6 cajas se colocó el antibiograma G(-) BIO-RAD.

#### **Incubación**

Todas las cajas se incubaron en estufa bacteriológica en posición invertida a  $37^{\circ} \pm 2^{\circ}$  C durante 24 horas.

#### **Prueba de difusión en disco (Kirby- Bauer)**

De las 6 cajas conteniendo el agar enriquecido y ya una vez solidificados, se realizó la técnica. El patrón de referencia para determinar la sensibilidad antibacteriana a la presencia de diferentes concentraciones de antibióticos se llevó a cabo usando el método de Kirby-Bauer con sensidiscos comerciales para Gram (-), y se interpretó con base a los halos de inhibición del crecimiento bacteriano obtenidos, comparándolos con diámetros de referencia proporcionados por el fabricante (BIO RAD). La actividad antimicrobiana se valoró mediante la lectura del halo de inhibición del crecimiento de los microorganismos en milímetros, haciendo uso de un Vernier digital y se determinó el porcentaje de inhibición de los extractos aplicando la siguiente fórmula:

% Inhibición=  $\frac{\text{Diámetro del control positivo con antibiograma (mm)} - \text{Diámetro del control negativo con antibiograma (mm)}}{\text{Diámetro del control positivo con antibiograma (mm)}} \times 100$

El diámetro de los halos de inhibición se comparó con tablas de referencia para determinar la eficacia de cada antibiótico.



Se clasificaron en resistente (R), Intermedia (I), y sensible (S), dependiendo del diámetro del halo de inhibición (incluyendo los 6 mm del disco).

En este apartado se espera que los autores desarrollen una descripción breve de la metodología utilizada: Por ejemplo, dando a conocer si el enfoque es cuantitativo o cualitativo, o quizás mixto.

El tipo de investigación, pudiendo ser exploratorio, descriptivo, relacional, explicativo, predictivo o aplicativo, o según sea la clasificación que utilice su autor de base.

También es importante exponer el diseño utilizado, si fue observacional o experimental; transversal o longitudinal; fenomenológico; constructivista, u otra.

Indicar la población de estudio, los informantes claves o la muestra y el sistema de muestreo según correspondan.

Las técnicas de recolección o producción de datos, por ejemplo, en lo cuantitativo se pudo dar valer del censo, la encuesta, la observación estructurada u otros. En lo cualitativo sobresalen las entrevistas, la revisión documental, la observación etnográfica, etc. Es importante recalcar, que se debe también mencionar el instrumento de recolección y/o los materiales de apoyos utilizados para la producción de datos en cada caso, como la guía de entrevista, de observación, la bitácora, entre otros.

Otros elementos a exponer en este apartado son las Consideraciones éticas, los Criterios de Inclusión y Exclusión; y las limitaciones si fuese el caso.

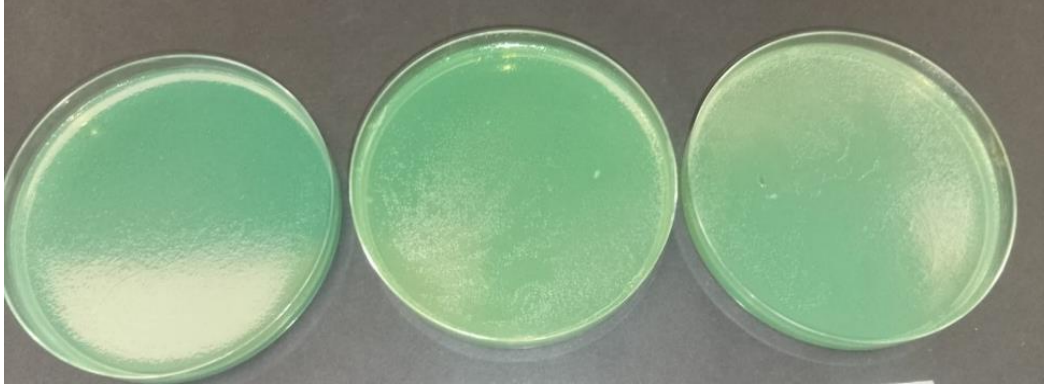
Estos elementos sugeridos permitirán a los lectores conocer las estrategias metodológicas, además de valorar su rigor y coherencia, así como la replicabilidad de los procedimientos y del estudio.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados obtenidos en el presente estudio mostraron en las cajas control un crecimiento de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 28753, uniforme y con una película superficial de un espesor abundante sobre toda la superficie del agar, se observó una coloración verde brillante característica de la producción de piocianina y pioverdina (Merino, 2007). (Fig. 1).



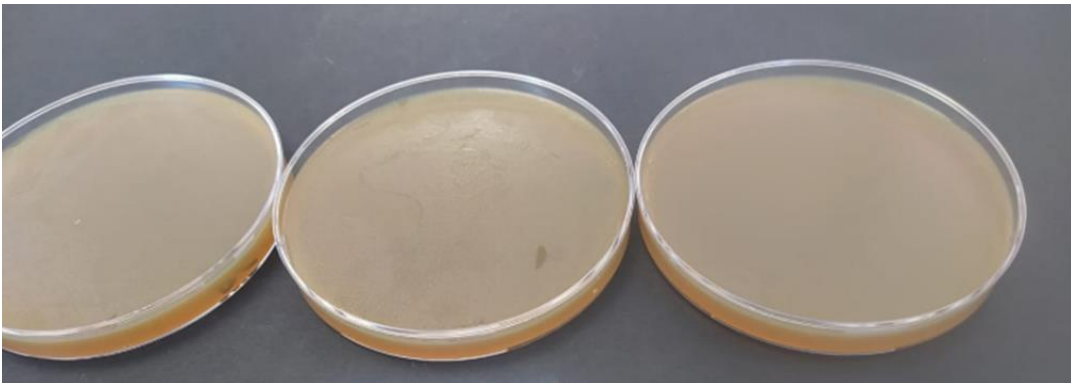
**Figura 1.-** Crecimiento de *Pseudomonas auroginosa* ATCC 28753 en agar no selectivo Mueller-Hinton.



Se puede observar el crecimiento homogéneo de la bacteria sobre la superficie del agar. Las pruebas se realizaron por triplicado.

De forma diferente, en los medios de cultivo adicionados con el extracto hidralcohólico de hojas de *Psidium guajava* L. (Guayaba), la película superficial fue delgada y la producción de los pigmentos no estuvo presente, observándose un tono ámbar en los geles, lo cual indicó actividad del extracto sobre piocianina y pioverdina de *Pseudomonas auroginosa*. (Fig.2).

**Figura 2.-** Crecimiento de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 28753 en medio no selectivo Mueller-Hinton, adicionado con extracto etanólico de *Psidium guajava* L. (Guayaba).



La piocianina y la pioverdina entre otros factores de virulencia ayudan a la sobrevivencia de la bacteria dañando también los tejidos del huésped, y junto con otros factores integran un sistema de señalización que depende de la densidad celular y se llama Detección del Quórum (QS), el cual funciona para la comunicación y coordina la conducta de las bacterias facilitando con esto su supervivencia como comunidades al controlar la bioluminiscencia, la competencia, producción de antibióticos, esporulación, formación de biopelículas y la secreción de factores de virulencia en bacterias (Wu & Luo, 2021).

Por ello, una forma de mejorar el tratamiento para *P. aeruginosa* es a través del desarrollo de las terapias anti-QS, originadas por síntesis u obtenidas con plantas que tengan polifenoles o alcaloides que les dan esa propiedad. (Touati et al., 2025).

En el caso de las hojas de guayaba esto ya se ha observado, atribuyéndose el efecto a compuestos como alfa-copaeno, cariofileno y nerolidol los cuales inhibieron la formación de biopelícula, pioverdina, piocianina y ramnolipidos (Khan et al., 2023). Lo que coincide con esta investigación en la inhibición en la producción de pioverdina y piocianina.

Pero no solo es el biofilm el instrumento que ayuda a *P. aeruginosa* a dominar ambientes hospitalarios con gran supervivencia, esta bacteria también está dotada de diversas herramientas que justifican la alta resistencia intrínseca a diferentes antibióticos, tales como la baja permeabilidad que presenta su membrana externa, sus diversas bombas de e-flujo, su potencial enzimático para inactivar diferentes antibióticos y puede adquirir genes para incrementar su resistencia a los antimicrobianos. (Laborda et al., 2022).

Y todo esto la convierte en un grave problema de salud, por ello es necesario buscar revertir la resistencia antimicrobiana que presenta, los resultados que mostró *P. aeruginosa* en este trabajo se pueden observar en la figura 3. en donde la bacteria presentó una franca resistencia a seis antibióticos de los catorce testados, estos fueron nitrofurantoína, ácido nalidixico, cefotaxima, cefuroxima, cefixima y ceftidínir.

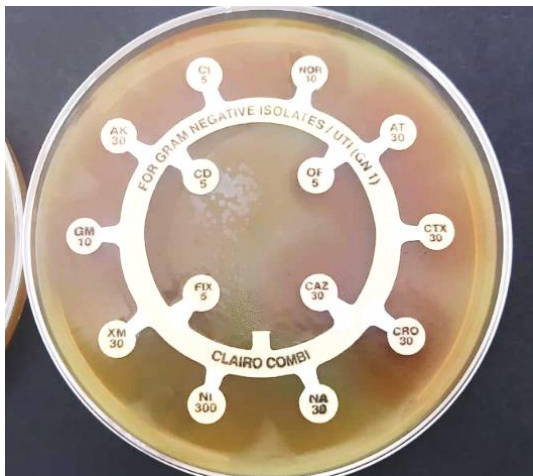
**Figura 3.-** Prueba de sensibilidad a antibióticos de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 28753 con antibiograma G(-)



Se puede observar resistencia bacteriana a un 42% de los antibióticos presentes en los sensidiscos.

Al comparar este resultado con el efecto obtenido en las cajas Petri adicionadas con el extracto y con el antibiograma se observó que los geles no presentaron el característico color verde brillante, que la capa de crecimiento bacteriana fue más delgada y que la sensibilidad que presentó la bacteria a los diferentes antibióticos con la adición del extracto de guayaba ocasionó la inhibición de la resistencia de *P. aeruginosa* en cefuroxima, nitrofurantoína, ácido nalidíxico y aztreonam. Sin embargo, también se encontró una disminución del halo de inhibición en gentamicina, amikacina, ofloxacina, norfloxacina, ciprofloxacina, y ceftazidima. La resistencia bacteriana se mantuvo para cefixima, cefdinir y cefotaxima. (Figura 4).

**Figura 4.** Agar con el extracto de *P. guajava* y antibiograma.



Se puede observar resistencia en tres de los antibióticos testados, mostrando en esta prueba la presencia de halos de inhibición en antibióticos que mostraban resistencia en las pruebas realizadas en el gel con antibiograma, pero sin el extracto, estos son nitrofurantoína, cefuroxima, aztreonam y el ácido nalidíxico. Las pruebas se realizaron por triplicado.

Se ha observado que al usar antibióticos comerciales y fitoquímicos con propiedades antimicrobianas se puede presentar sinergia entre ambos, dando como resultado un incremento en la eficacia del antibiótico. (Touati et al., 2025).

En el presente trabajo el efecto antimicrobiano observado en los agares se pudo corroborar al medir los diámetros de los halos de inhibición mostrados por los diferentes antibióticos.

Los resultados de las pruebas con el antibiograma y *Psidium guajava* L. mostraron halos de inhibición para nitrofurantoína que pasaron de los 14 mm a los 21.8mm y para cefuroxima de 13 mm a 23.9, lo cual muestra un claro efecto de sinergismo entre el extracto y los antibióticos referidos, aumentando su actividad antimicrobiana, caso similar para ceftriaxona que paso de 18 a 26 mm.

Los diámetros de los halos de inhibición para cefixima, cefdinir y cefotaxima mantuvieron los diámetros en resistencia, 11, 13 y 15.1 mm respectivamente. El ácido nalidíxico y el aztreonam que presentaban un halo de resistencia de 16 y 17.2 mm, mostraron un incremento del diámetro de 18.1 y 19 mm respectivamente, colocando la actividad de ambos antibióticos en sensibilidad intermedia. En lo referente al comportamiento de los antibióticos que en el control negativo mostraron sensibilidad del agente infeccioso, podemos observar un patrón del comportamiento del efecto antibiótico con tendencia a disminuir después de la integración del extracto a los agares, tal es el caso de la amikacina, ciprofloxacino y gentamicina que pasaron de un diámetro de 20.9 a 18.4mm; 30.5 a 22 mm y 17.3 a 15.8 respectivamente, y que sin hacerlos salir del espectro de sensibilidad si tuvieron levemente disminuido su efecto por la presencia del extracto; para el antibiótico norfloxacina se mostró un comportamiento similar a los dos antes mencionados, pero con la diferencia de que el espectro de sensibilidad bajo a sensibilidad intermedia, pasando de un halo de 20.6 a 15.18 mm. Para el caso de ceftazidima el diámetro del halo de inhibición paso de sensible a resistente con valores que pasaron de 21.3 a 13.7 mm en presencia del extracto. El diámetro del halo de inhibición para ofloxacino en presencia del extracto disminuyó aún más el espectro de resistencia, efecto mostrado por el paso de un diámetro de 12.6 a 10.1 mm (Tabla 1).

En la Tabla 1 se presentan los halos de inhibición observados tanto en el control negativo (agar simple), como en el control positivo (agar con extracto hidroalcohólico de *Psidium guajava*).



**Tabla 1.**

Tabla de comparación de Halos de sensibilidad en mm (CLSI)- Clinical and Laboratory Standards Institute-						
HALO DE INHIBICIÓN (mm) (referencia)					Resultados	Resultados
Antibiótico	Concentración	R (Resistente)	I (Intermedio)	S (Sensible)	Agar Mueller Hinton	Agar/ Extracto de <i>Psidium guajava</i>
Incremento en el halo de inhibición						
Cefuroxima (XM)	30 □g	14	15	22	13 (R)	23.9 (S)
Nitrofurantoina	300 □g	14	15-16	17	14 (R)	21.8 (S)
Ceftriaxona	30 □g	19	20-22	23	18 (R)	26 (I)
Ácido Nalidíxico	30 □g	17	18-19	20	16 (R)	18.1 (I)
Aztreonam	30 □g	18	19-20	21	17.2 (R)	19 (I)
Cefotaxima	30 □g	22	23-25	26	15 (R)	15.5 (R)
Sin afecto en el halo de inhibición						
Cefixima	5 □g	12	13-14	15	11	11
Cefdinir	5 □g	14	15-16	17	13	13
Disminución del halo de inhibición						
Gentamicina	10 □g	12	13-14	15	17.3	15.8
Amikacina	30 □g	14	15-16	17	20.9	18.47
Ofloxacina	5 □g	12	13-14	15	12.6	10.1
Norfloxacina	10 □g	12	13	16	20.6 (S)	15.1 (I)
Ciprofloxacina	5 □g	15	16-20	21	30.5	22
Ceftazidima	30 □g	14	15-17	18	21.3 (S)	13.7 (R)

Resultados de la prueba de sensibilidad a antibióticos (Antibiograma Gram -) contra *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 28753 en agar Mueller-Hinton simple (Control negativo) y enriquecido con *Psidium guajava* (Guayaba). Los valores mostrados representan la media de tres experimentos.

En la búsqueda para encontrar nuevos antibióticos o mejorar la eficacia de los existentes se ha recurrido a los productos naturales, algunos de ellos utilizados históricamente por la población y en algunos su uso como antimicrobianos ha sido justificado por diferentes investigadores colocándolos como una alternativa terapéutica en el problema global de la resistencia a los antimicrobianos. Los fitoquímicos tienen diferentes mecanismos de acción como antimicrobianos, de manera muy general algunos de ellos como los alcaloides alteran la membrana en las bacterias, como es el caso de la piridina (Zhang et al., 2026); los taninos tienen actividad antibiofilm (Villanueva et al., 2023); los terpenos y terpenoides tienen efecto antimicrobiano al alterar la integridad de la función de la membrana bacteriana, como en el caso del carvacrol o el timol (Guimarães et al., 2019).

En este trabajo el extracto hidroalcohólico de las hojas de guayaba presentó un efecto inhibitorio moderado en el crecimiento de *P. aeruginosa*, con disminución de piocianina y pioverdina, pero además importantemente su combinación con diversos antibióticos mostró una interacción benéfica porque incremento el efecto de algunos de ellos como cefuroxima, nitrofurantoina, ceftriaxona lo que se

atribuye entre otros a los fitoquímicos fenólicos que actúan como antimicrobianos por diversos mecanismos como bombas de e-flujo como la NorA, también interactúan con la membrana e inhiben enzimas.(Angelini, 2024), sin embargo, nuestros resultados muestran que la interacción no siempre va a ser benéfica ya que también se observó que el extracto ocasionó la disminución del efecto del antibiótico sobre la bacteria. Esto coincide con otro estudio en el que se utilizó el extracto de *P. guajava* en *E. coli* donde se encontró que la planta disminuyó el efecto antimicrobiano de cefalotina y ciprofloxacino (Olvera et al., 2025).

## CONCLUSIONES

Este trabajo contribuyó a mostrar que las plantas pueden ser alternativas terapéuticas en la resistencia bacteriana a los antibióticos. El extracto hidroalcohólico crudo de las hojas de *P. guajava* mostró efecto antibiofilm y revirtió la resistencia de *P. aeruginosa* a diferentes antibióticos, sin embargo, esta interacción no siempre fue positiva, ya que también disminuyó el efecto de otros antimicrobianos. Las plantas son una herramienta terapéutica que debe usarse con responsabilidad, estos hallazgos crean la necesidad de investigar de forma más extensa cuales son las posibles interacciones de las plantas con los antibióticos ya que las interacciones no siempre son benéficas.

No se repite lo anteriormente dicho. El autor expresa su criterio, su postura específica frente al tema y lo sustenta de conformidad con los datos obtenidos y una argumentación teórica con plena consistencia en aquellos. No debe salirse de este rango, no debe caer en la subjetividad, evite argumentaciones sin evidencia fáctica-reflexiva de los mismos.

Y finalmente, en caso de que existan indicios o interrogantes no resueltos, plantéelos en este apartado compartiendo la tarea pendiente con otros investigadores que pueden acompañar y ampliar el estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Ahmad M, Khan A.(2019). Global economic impact of antibiotic resistance:a review. *J Glob Antimicrob Resist.* 19:313-6).

Angelini P. (2024). Plant-Derived Antimicrobials and Their Crucial Role in Combating Antimicrobial Resistance. *Antibiotics* (Basel, Switzerland), 13(8), 746.

<https://doi.org/10.3390/antibiotics13080746>



- Guimarães, A. C., Meireles, L. M., Lemos, M. F., Guimarães, M. C. C., Endringer, D. C., Fronza, M. y Scherer, R. (2019). Actividad antibacteriana de terpenos y terpenoides presentes en aceites esenciales. *Moléculas*, 24(13), 2471. <https://doi.org/10.3390/molecules24132471>
- Khan, M. A., Celik, I., Khan, H. M., Shahid, M., Shahzad, A., Kumar, S., & Ahmed, B. (2023). Antibiofilm and anti-quorum sensing activity of *Psidium guajava* L. leaf extract: In vitro and in silico approach. *PloS one*, 18(12), e0295524. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0295524>
- Laborda, P., Hernando-Amado, S., Martínez, J.L., Sanz-García, F. (2022). Antibiotic Resistance in *Pseudomonas*. In: Filloux, A., Ramos, J.L. (eds) *Pseudomonas aeruginosa*. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, vol 1386. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-08491-1\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-031-08491-1_5)
- Lozoya X., Reyes-Morales H., Chávez-Soto M.A., Martínez-García M. del C., Soto-González Y., Doubova S.V. (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) pp 19-24 (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037887410200185X>)
- Merino, L. A. (2007). *Pseudomonas aeruginosa*: una bacteria con personalidades múltiples. *Revista argentina de microbiología*, 39(3), 143. Recuperado en 29 de mayo de 2026, de [https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0325-75412007000300004&lng=es&tlng=es](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-75412007000300004&lng=es&tlng=es).
- Mulani MS, Kamble EE, Kumkar SN, et al., (2019) Emerging strategies to combat ESKAPE pathogens in the era of antimicrobial resistance: A review. *Front. Microbiol.* 10:539
- Olvera López , D. A., Almaguer Vargas, G., Montejano Rodríguez , J. R., Figueroa Gutiérrez , A. H., & Ruiz Anaya, M. E. (2025). Sinergismo antimicrobiano del extracto hidroalcohólico de guayaba (*Psidium guajava* L.) y amikacina en *Escherichia coli* in vitro. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(4), 3071-3088. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i4.18955](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i4.18955)
- O'Neill J. Review on Antimicrobial Resistance Antimicrobial Resistance:Tackling a crisis for the health and wealth of nations. London:Review on Antimicrobial Resistance. 2014. Disponible en: <https://amr-review.org/sites/default/files/AMR%20Review%20Paper%20->



[%20Tackling%20a%20crisis%20for%20the%20health%20and%20wealth%20of%20nations\\_1.pdf](#)

Organización Mundial de la Salud (2023) Resistencia a los antimicrobianos Notas descriptivas, Centro de prensa <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>

Osman M, Al Mir H, Rafei R, et al. (2019). Epidemiology of antimicrobial resistance in Lebanese extra-hospital settings:an overview. *J Glob Antimicrob Resist.*;17:123-9.

Rodríguez Cayón M. I. y Cervantes Chávez J. A. (2025) Hongos contra la resistencia bacteriana: ¿una nueva alternativa? Academic Press. Elementos 138 39-43.

Schwartz, B., Klammer, K., Zimmerman, J., Kale-Pradhan, P. B., & Bhargava, A. (2024). Multidrug Resistant *Pseudomonas aeruginosa* in Clinical Settings: A Review of Resistance Mechanisms and Treatment Strategies. *Pathogens* (Basel, Switzerland), 13(11), 975. <https://doi.org/10.3390/pathogens13110975>

Silva-Vega, M; Bañuelos-Valenzuela R; Delgadillo-Ruiz L; et al. (2020). Caracterización química de extracto alcohólico de hoja de guayaba (*Psidium guajava*) y su efecto como inhibidor de movilidad para *Escherichia coli* O157:H7. *Abanico vet* [online]., vol.10. <https://www.scielo.org.mx/pdf/av/v10/2448-6132-av-10-e119.pdf>

Touati, A., Ibrahim, N. A., Tighilt, L. e Idres, T. (2025). Estrategias anti-QS contra *Pseudomonas aeruginosa* Infecciones. *Microorganismos*, 13(8), 1838. <https://doi.org/10.3390/microorganisms13081838>

Villanueva X, Zhen L, Ares JN, Vackier T, Lange H, Crestini C and Steenackers HP (2023) Effect of chemical modifications of tannins on their antimicrobial and antibiofilm effect against Gram-negative and Gram-positive bacteria. *Front. Microbiol.* 13:987164. doi: 10.3389/fmicb.2022.987164

Willyard C. (2017). The drug-resistant bacteria that pose the greatest health threats. *Nature.*;543:15 <https://doi.org/10.1038/nature.2017.21550>

Wu, L., & Luo, Y. (2021). Bacterial Quorum-Sensing Systems and Their Role in Intestinal Bacteria-Host Crosstalk. *Frontiers in microbiology*, 12, 611413. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.611413>



Zhang, X. Z., Chen, M. X., Hou, R., Wang, W. Q., He, Z. D., You, J. S., & Song, X. (2026). Natural Alkaloids as Antimicrobial Agents: Mechanisms, Potentials and Challenges. *Molecules* (Basel, Switzerland), 31(7), 1204. <https://doi.org/10.3390/molecules31071204>

