

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**ESCUELA DE MEDICINA HUMANA**



**Uso del extracto etanólico de *Psidium guajava* como agente inhibidor del  
crecimiento de *Pseudomonas aeruginosa***

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
MÉDICO CIRUJANO**

**AUTOR**

**Mabel Milagros Kaori Bravo Zapata**

**ASESOR**

**Erick Giancarlo Suclupe Farro**

<https://orcid.org/0000-0002-0334-2191>

**Chiclayo, Perú - 2026**

**Uso del extracto etanólico de *Psidium guajava* como agente inhibidor  
del crecimiento de *Pseudomonas aeruginosa***

PRESENTADA POR

**Mabel Milagros Kaori Bravo Zapata**

A la Facultad de Medicina de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**MÉDICO CIRUJANO**

APROBADA POR

Miguel Villegas Chiroque  
PRESIDENTE

Ruben Eduardo Asalde Ramos  
SECRETARIO

Erick Giancarlo Suclupe Farro  
VOCAL

## **Dedicatoria**

A Dios, mi guía y confidente  
A mis padres, por su inmenso sacrificio y apoyo en cada uno de mis sueños y metas  
A mis abuelos y tíos, quienes me formaron con con amor y paciencia  
A mis maestros, que hicieron florecer mi vocación y el amor por la ciencia  
A mis amigos, que contemplaron mi caos y abrazaron sus tormentas  
A quienes me enseñaron el arte de amar sin miedo, y también soltar con gratitud  
A la Medicina, que inventó infinitas dudas a cada una de mis respuestas  
A los que se quedaron, y también a los que se fueron

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por ser siempre justo y preciso  
A mis padres por entregarme sus sueños y sostenerme con una fe inquebrantable  
A mi casa de estudios, por brindarme el espacio para vivir la ciencia con compromiso y  
vocación  
A mis asesores, jurados e investigadores que formaron parte de este proyecto  
Y finalmente, pero no menos importante, a mi persona, por aprender de cada ensayo y error

Mabel Milagros Kaori Bravo Zapata

## Uso del extracto etanólico de Psidium guajava como agente inhibidor del crecimiento de Pseudomonas aeruginosa

 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

### Document Details

**Submission ID**

trn:oid::3117:562640405

**Submission Date**

Mar 2, 2026, 9:35 AM GMT-5

**Download Date**

Mar 2, 2026, 9:37 AM GMT-5

**File Name**

Uso del extracto etanólico de Psidium guajava como agente inhibidor del crecimiento....docx

**File Size**

39.3 KB

**16 Pages****5,896 Words****33,451 Characters**

## 4% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.


### Filtered from the Report

Bibliography

Cited Text

Small Matches (less than 15 words)

### Top Sources

3%  Internet sources0%  Publications2%  Submitted works (Student Papers)

## Índice

<b>Resumen</b> .....	7
<b>Abstract</b> .....	8
<b>I. Introducción</b> .....	9
<b>1.1. Antecedentes</b> .....	10
1.1.1. A nivel internacional .....	10
1.1.2. A nivel nacional.....	11
<b>1.2. Bases teóricas</b> .....	11
1.2.1. <i>Psidium guajava</i> (Guayaba).....	11
1.2.2. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	13
<b>II. Materiales y métodos</b> .....	14
<b>2.1. Variables</b> .....	14
<b>2.2. Operacionalización de variables</b> .....	14
<b>2.3. Enfoque y diseño de la investigación</b> .....	15
<b>2.4. Población, muestra y muestreo:</b> .....	15
<b>2.5. Procedimientos y técnicas:</b> .....	15
2.5.1. <i>Recolección de la muestra</i> .....	15
2.5.2. <i>Identificación de la muestra</i> .....	15
2.5.3. <i>Preparación de la muestra</i> .....	16
2.5.4. <i>Preparación del extracto etanólico de Psidium guajava</i> .....	16
2.5.5. <i>Preparación de concentraciones</i> .....	16
2.5.6. <i>Preparación del inóculo de Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853</i> .....	16
2.5.7. <i>Evaluación de la actividad antimicrobiana del extracto de P. guajava</i> .....	17
2.5.8. <i>Determinación de la concentración mínima inhibitoria</i> .....	17
2.5.9. <i>Estrategia de recolección de datos</i> .....	18
<b>2.6. Análisis e interpretación de los datos</b> .....	18
<b>2.7. Aspectos éticos</b> .....	19
<b>III. Resultados</b> .....	20
<b>3.1. Obtención y almacenamiento del extracto</b> .....	20
<b>3.2. Preparación del inóculo</b> .....	21

3.3.	Determinación de la actividad antimicrobiana .....	21
3.4.	Determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI).....	22
3.5.	Análisis estadístico .....	26
<i>IV.</i>	<i>Discusión</i> .....	<i>27</i>
<i>V.</i>	<i>Conclusiones</i> .....	<i>30</i>
<i>VI.</i>	<i>Referencias</i> .....	<i>31</i>
<i>VII.</i>	<i>Anexos</i> .....	<i>37</i>
	Anexo 1: Ficha de recolección de datos .....	37
	Anexo 2: Resolución de aprobación de proyecto de investigación .....	38

## Resumen

**Objetivo:** Evaluar la actividad antibacteriana del extracto alcohólico de las hojas de *Psidium guajava* frente a cepas de *Pseudomonas aeruginosa* sensible a ceftazidima ATCC 27853.

**Materiales y Métodos:** El extracto etanólico se obtuvo mediante maceración y filtración, utilizando como solvente etanol 99.8%. Se evaluó el efecto antimicrobiano in vitro del extracto mediante el método de difusión en disco.. Se utilizó ceftazidima como control positivo y agua destilada como control negativo. **Resultados:** El diámetro promedio del halo de inhibición en las concentraciones altas (0.2 - 1g/ml) fue de 13.2 mm.

**Conclusión:** No se evidencia actividad bactericida del extracto etanólico de las hojas de *P. guajava* sobre cepas de *P. aeruginosa* ATCC 27853.

**Palabras clave:** Actividad antimicrobiana, *Pseudomonas aeruginosa*, *Psidium guayaba*.

### Abstract

**Objective:** To evaluate the antibacterial activity of the alcoholic extract of *Psidium guajava* leaves against ceftazidime-sensitive *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 strains. **Materials and Methods:** The ethanolic extract was obtained through maceration and filtration, using 99.8% ethanol as a solvent. The in vitro antimicrobial effect of the extract was evaluated using the disc diffusion method. The extract concentrations were 40 and 20 mg/mL. Ceftazidime was used as a positive control and distilled water as a negative control. **Results:** The mean diameter of the inhibition zone at higher concentrations (0.2 - 1g/mL) was 13.2 mm. **Conclusion:** No bactericidal activity of the ethanolic extract of *P. guajava* leaves was demonstrated against *P. aeruginosa* ATCC 27853 strains.

**Keywords:** Antimicrobial activity, *Pseudomonas aeruginosa*; *Psidium guajava*.

## I. Introducción

Las infecciones adquiridas en el ámbito hospitalario constituyen un importante desafío para la salud pública, debido a su elevada morbilidad y mortalidad, así como al impacto económico sustancial que generan en los sistemas de atención sanitaria (1). En este contexto, *Pseudomonas aeruginosa* se reconoce como uno de los patógenos oportunistas de mayor relevancia en entornos hospitalarios por su notable capacidad de persistir en el medio y proliferar bajo una amplia variedad de condiciones. Su importancia epidemiológica se refleja en una prevalencia estimada de 7,1 – 7,3% del total de infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS) (1–4). Así mismo se ha reportado a este microorganismo como responsable de aproximadamente el 3 - 5 % de las infecciones nosocomiales y entre el 28 - 38 % de los episodios de bacteriemia, con una incidencia estimada de 4,7 casos por cada 100 000 habitantes por año, especialmente en países en desarrollo (5).

El uso indiscriminado de antibióticos ha contribuido al desarrollo de resistencia a los antimicrobianos de uso convencional a través de resistencia intrínseca y mutaciones genéticas (2,6,7). En el año 2022, autoridades sanitarias como el Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades del Perú (CDC-Perú) emitieron una alerta epidemiológica por el incremento de infecciones asociadas a las IAAS causadas por enterobacterias, *Pseudomonas aeruginosa* y *Acinetobacter baumannii* coproductoras de carbapenemasas (7–9). En consecuencia, urge la necesidad de desarrollar nuevas estrategias terapéuticas para cepas susceptibles que aún no han adquirido mecanismos de resistencia.

En la última década, diversas investigaciones han explorado la actividad antimicrobiana de extractos y aceites esenciales de determinadas especies vegetales frente a microorganismos que producen gran incidencia de infecciones y resistencia a fármacos convencionales (10–14). Entre estas especies se encuentra *Psidium guajava*, comúnmente conocida como guayaba, un arbusto arbóreo que florece en áreas de climas tropical y subtropical (15,16). Es reconocido por sus propiedades antiinflamatorias, hemostáticas, astringentes, hipoglucémicas, hipotensoras y antidiarreicas, así como por su actividad antimicrobiana, atribuida a la presencia de compuestos bioactivos detectados como glucósidos, flavonoides, saponinas, fenoles, terpenoides y taninos (17,18).

Investigaciones realizadas previas al año 2000, demostraron la existencia de mayor actividad antimicrobiana de los extractos etanólicos frente a los acuosos (14,19). Sin embargo, durante la década siguiente, los resultados de diversos estudios que utilizaron distintos métodos de extracción, técnicas de cultivo, sembrado del inóculo y partes de la planta, han generado controversia (20,21).

La importancia de este estudio surge ante la necesidad de explorar nuevas alternativas terapéuticas contra las infecciones causadas por *Pseudomonas aeruginosa*, que favorezcan la lucha contra este agente patógeno, sin fomentar la resistencia antimicrobiana y minimizando los efectos secundarios que vulneren la salud de los pacientes. Por lo cual, el objetivo general de la investigación es evaluar la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de las hojas de *Psidium guajava* frente a *P. aeruginosa sensible* ATCC 27853. Los objetivos específicos se enfocan en la obtención del extracto etanólico de las hojas de *P. guajava*, determinar la actividad inhibitoria del extracto alcohólico de las hojas de *P. guajava* frente a cepas de *P. aeruginosa* y determinar su concentración mínima inhibitoria.

## **1.1. Antecedentes**

### **1.1.1. A nivel internacional**

En un estudio desarrollado en Cuba por Martínez y colaboradores en 1997, se analizó la acción antimicrobiana de un extracto fluido diluido en etanol al 40 % obtenido a partir de hojas de *Psidium guajava* L., el cual fue ensayado frente a un panel básico de microorganismos que incluyó cepas de *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Candida albicans*. Los resultados indicaron que, al ser evaluado contra *P. aeruginosa*, el extracto presentó una eficacia antimicrobiana inferior al 50 % en relación con el control positivo (14).

En una investigación posterior desarrollada en Brasil por Sanches et al. en 2005, se analizó el potencial antibacteriano de extractos alcohólicos y acuosos obtenidos a partir de diferentes estructuras de *Psidium guajava*, evaluados frente a microorganismos como *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*. Los hallazgos evidenciaron que las preparaciones hidroalcohólicas presentaron una actividad antibacteriana superior en comparación con los extractos acuosos(19).

En 2019, Khadka e investigadores del Departamento Central de Microbiología del Colegio Médico de una Universidad de Nepal realizaron un estudio el objetivo de evaluar la eficacia relativa del extracto etanólico y la infusión de hojas frescas de *P. guajava* frente a cepas aisladas de muestras clínicas y cepas ATCC de *P. aeruginosa*. Los resultados evidenciaron mayor actividad inhibitoria de los extractos etanólicos de las hojas frescas y secas de guayaba sobre las cepas aisladas de muestras clínicas, los cuales evidenciaron halos de inhibición de 11 mm y 10 mm respectivamente. En comparación, los halos obtenidos con las infusiones de hojas frescas y secas de guayaba que mostraron halos de 10 mm y 8 mm, respectivamente. No obstante, ambos fueron inferiores a la zona de inhibición observada con tobramicina, que alcanzó un halo de 15 mm. Así mismo, se reportó que el 7 % de las bacterias aisladas de muestras clínicas correspondían a *P. aeruginosa*, de los cuales el 65.30% exhibieron un perfil multidrogosresistentes (MDR) a antibióticos como cefepime, imipenem y cefotaxima, pero manteniendo sensibilidad a la colistina.(22).

### **1.1.2. A nivel nacional**

En el Departamento de Arequipa, Escobar y Ccasa llevaron a cabo una investigación en 2019 para determinar el efecto antimicrobiano del extracto de hojas de *P. guajava L.* sobre *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Cándida albicans*. Las hojas fueron recolectadas y lavadas con abundante agua para eliminar restos contaminantes, luego fueron sometidas a un proceso de desinfección con alcohol al 70°C y se dejaron secar a temperatura ambiente durante 72 horas. El extracto etanólico se obtuvo mediante métodos de trituración, pulverización y evaporación utilizando un equipo Soxhlet y alcohol al 96%. La medición de los halos de inhibición se realizó haciendo uso de un vernier sobre los discos elaborados con papel Whatman N° 1. Los resultados revelaron que *S. aureus* mostró sensibilidad al extracto de *P. guajava*, con un halo de inhibición de 22.5 mm a una concentración del 100%. De manera similar, *C. albicans* mostró halos de inhibición de 19.6 a una concentración del 100%. Mientras tanto, *E.coli* demostró ser resistente a todas las concentraciones evaluadas, con halos de inhibición que variaron entre 7.6 a 13.4 mm (11).

## **1.2. Bases teóricas**

### **1.2.1. *Psidium guajava* (Guayaba)**

Es un arbusto verde frondoso, originario de países tropicales y subtropicales, que se desarrolla en climas tropicales y secos. Tiene una altura que varía entre los 2,5 a 10 metros de altura, con un tallo corto. Sus hojas elípticas presentan una tonalidad verde claro u oscuro, tienen un ancho entre 3 y 6 cm, y una longitud entre 3 y 16 cm. El fruto es una baya ovoide, que mide de 4 a 12 cm de largo y de 4 a 7 cm de ancho, que contiene una pulpa suave y pegajosa de color anaranjado-rojizo (15,16,23,24)

#### **a. Taxonomía (11,15,16)**

Reino: *Plantae*

Subreino: *Dicotiledónea*

División: *Magnoliophyta*

Subdivisión: *Lignosea*

Clase: *Magnoliopsidae*

Subclase: *Rosidae*

Orden: *Myrtales*

Familia: *Myrtaceae*

Género: *Psidium*

Especie: *Psidium guajava L.*

#### **b. Composición química y nutricional**

Gran fuente de ácido ascórbico > 100 mg/100 g, niacina 1 mg/100g, hierro, calcio, fósforo y fibra. Vitaminas: riboflavina y tiamina. Minerales: potasio 280 mg/100 g (15).

#### **c. Componentes bioactivos de las hojas**

Las hojas de *P. guajava* contienen gran cantidad de compuestos fenólicos, flavonoides glicosídicos y quercetina, taninos, saponinas, alcaloides, triterpenos, quinonas, aminoácidos y azúcares reductores (15,16,25,26). Estudios han reportado un potencial antioxidante superior al fruto de esta misma especie (26)

Los análisis cualitativos y cuantitativos demuestran la presencia de taninos en un 9 - 10%, aceite esencial en 0,1 - 0,3%, rico en cariofileno y triterpenos como ácido guajavanoico, obtusinina, ácido gorenshico, y otros como ácido guayavólico, ácido elágico, ácido malísico y  $\beta$ -sitosterol.

Flavonoides como avicularina, quercetina-3-O- $\beta$ -d-glucósido, quercetina-3-O- $\alpha$ -L-ramnósido y quercetina-3-O-gentiobiósido, quercetina-3-O- $\alpha$ -arabinopiranosido guayaverina; morin-3-O- $\alpha$ -L-lixopiranosido (15,16,25–28).

#### **d. Propiedades antimicrobianas**

Los ensayos llevados a cabo para evaluar la actividad antimicrobiana de cepas ATCC que incluyen a patógenos como *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Candida albicans*, revelaron efectos favorables en la inhibición de las bacterias, pero no para la levadura(14). También se ha encontrado actividad inhibitoria sobre *Streptococcus mitis*, *Streptococcus mutans* y *Streptococcus oralis* (27). Dentro de los mecanismos estudiados, se ha demostrado que actúa mediante la inhibición de la formación de biofilms, reducción de la adhesión bacteriana, compromiso directo de la membrana celular, supresión de la producción ácida y reducción del pH. Además actúa inhibiendo el sistema quorovirulento que interfiere en la síntesis de pigmentos, como la piocina en el caso de *P. aeruginosa* (3,7,25,26)

#### **1.2.2. *Pseudomonas aeruginosa***

Es un bacilo gramnegativo, no esporulador, ubicuo, considerado como patógeno oportunista. Actualmente se describe como una bacteria aerobia facultativa, dado que, si bien emplea preferentemente el oxígeno como aceptor final de electrones durante la respiración aeróbica presenta una notable plasticidad metabólica que le permite adaptarse a condiciones de hipoxia o anaerobiosis, recurriendo a aceptores alternativos de electrones, como el nitrato o la arginina, permitiendo su crecimiento y viabilidad en ambientes con limitada disponibilidad de oxígeno (29–31). Tiene forma de bastón de 0,5 - 1  $\mu\text{m}$  de diámetro y 1,5 - 5  $\mu\text{m}$  de longitud. Cuenta con un flagelo polar que le confiere la capacidad de moverse y producen pilis de tipo IV que han sido asociados a la formación de biopelículas. Este microorganismo muestra una gran versatilidad, crece en un rango amplio de temperaturas, entre 20 y 43° aunque también puede sobrevivir en condiciones más frías, desde 4 hasta 42°C y con bajos niveles de oxígeno y nutrientes. Pertenece al grupo de no fermentadores, pero es capaz de obtener energía a partir de la oxidación de azúcares y de producir una serie de proteasas y elastasas que degradan múltiples proteínas surfactantes A y D, complemento, inmunoglobulinas y péptidos antibacterianos (29).

Estas propiedades facilitan su capacidad de adhesión y persistencia en equipos médicos y en diversas superficies del entorno hospitalario, favoreciendo el desarrollo de infecciones nosocomiales, especialmente en pacientes inmunocomprometidos. Asimismo, *P. aeruginosa* presenta múltiples mecanismos de resistencia antimicrobiana intrínsecos, adquiridos y adaptativos, entre los que se incluyen la producción de  $\beta$ -lactamasas de amplio espectro y metalo- $\beta$ -lactamasas, alteraciones metabólicas y estructurales de las proteínas fijadoras de penicilina, mutaciones en porinas, modificación enzimática mediada por plásmidos, mutaciones en la ADN-girasa y la acción de bombas de eflujo, lo que contribuye a su elevada resistencia frente a carbapenémicos (3,29,32).

## II. Materiales y métodos

### 2.1. Variables

Variable dependiente: Actividad antimicrobiana

Variable independiente: Extracto etanólico de *Psidium guajava*

### 2.2. Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<b>Inhibición del crecimiento de <i>Pseudomonas aeruginosa</i></b>	Capacidad de un compuesto de suprimir el crecimiento de un microorganismo (20).	Medición del diámetro de las zonas de inhibición de crecimiento alrededor de los discos (20) embebidos en extracto etanólico de <i>P. guajava</i>	Efecto inhibitorio del crecimiento bacteriano.	Diámetro del halo de inhibición.	De razón.
<b>Extracto etanólico de hojas de <i>Psidium guajava</i></b>	Sustancia obtenida por extracción de una parte de una materia prima disuelta en alcohol (20)	Medición de diferentes concentraciones del extracto alcohólico obtenido por métodos de secado, maceración y filtración de las hojas de <i>Psidium guajava</i> (20)	Concentración del extracto.	g/mL.	De razón.

### 2.3. Enfoque y diseño de la investigación

- **Diseño de la investigación:**
  - Experimental puro
- **Enfoque de la investigación:**
  - Cuantitativo
- **Nivel de investigación:**
  - Explicativo
- **Tipo de investigación:**
  - Aplicada
- **Tipo de corte:**
  - Transversal
- **Línea de investigación:**
  - Enfermedades transmisibles

### 2.4. Población, muestra y muestreo:

- **Muestreo**
  - No probabilístico

### 2.5. Procedimientos y técnicas:

Se utilizó la metodología modificada basada en el estudio de investigación “Actividad antibacteriana in vitro de extracto etanólico crudo de las hojas de *Origanum vulgare*, frente a cepas ATCC de *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Escherichia coli*”(33):

#### 2.5.1. Recolección de la muestra

Se obtuvieron hojas frescas de *P. guajava* del Mercado Modelo en el distrito de Chiclayo, Región de Lambayeque, Perú.

#### 2.5.2. Identificación de la muestra

Se solicitó el permiso requerido al Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) para el estudio científico de flora silvestre fuera de áreas nacionales protegidas. La identificación de las hojas de *P. guajava* se realizó en el Laboratorio de Botánica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo (UNPRG).

La muestra fue transportada al Laboratorio de Biología Celular y Bioquímica de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo de Lambayeque para su preparación y experimentación.

### **2.5.3. Preparación de la muestra**

Se realizó la desinfección de las hojas con alcohol al 95°, seguido de un proceso de secado en una estufa a 50°C de temperatura durante 8 horas.

### **2.5.4. Preparación del extracto etanólico de *Psidium guajava***

Siguiendo la metodología de Pérez (2021), el extracto etanólico fue obtenido mediante maceración, se pesaron 500 gramos de hojas, las cuales fueron molidas manualmente haciendo uso de un mortero hasta obtener material en polvo. Aproximadamente 40 gramos de este polvo de *P. guajava* fue macerado junto a 200 mL de etanol absoluto conservado herméticamente en una botella de vidrio ámbar, la cual se agitó diariamente durante el plazo de una semana a temperatura ambiente.

El producto del macerado fue filtrado haciendo uso de un papel filtro Whatmann N° 40 para obtener un extracto libre de residuos, hasta generar una cantidad en gramos de residuo seco que se conservó en refrigeración a 2°C en frasco de vidrio color ámbar.

### **2.5.5. Preparación de concentraciones**

El *pellet* fue reconstituido en etanol absoluto, de tal forma que la solución madre fue preparada en una proporción 1:1 (p/v), obteniéndose una concentración final de 1 g/mL, siendo la concentración máxima ensayada.

A partir de la solución madre (1 g/mL), se prepararon ocho diluciones seriadas dobles correspondientes a las siguientes concentraciones: 0,8; 0,6; 0,4; 0,2; 0,1; 0,05; 0,025 y 0,0125 g/mL. En cada ensayo se incluyeron los controles experimentales: agua destilada como control negativo, ceftazidima como control positivo y un disco impregnado con etanol absoluto, con la finalidad de descartar posibles efectos atribuibles al solvente.

### **2.5.6. Preparación del inóculo de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853**

Las cepas de *P. aeruginosa* fueron adquiridas de la American Type Culture Collection (ATCC). El Instituto de Estándares Clínicos y de Laboratorio (CLSI) recomienda el uso de 3 a

5 colonias, las cuales fueron seleccionadas de un cultivo en placa de agar Müller-Hinton luego de 24 h. Haciendo uso de un asa se hizo contacto con la parte superior de cada colonia y se transfirió a un tubo con 4-5 mL de caldo Müller-Hinton.

La turbidez de la suspensión bacteriana fue ajustada al estándar 0,5 de McFarland empleando un densitómetro (DEN-1B), equivalente a una absorbancia entre 0,08 y 0,10, lo que corresponde aproximadamente a una concentración de  $1 \times 10^8$  UFC/mL. Tras la estabilización de la suspensión durante 15 minutos, se procedió a la inoculación de las placas de agar Müller-Hinton utilizando una torunda de algodón estéril, distribuyendo homogéneamente el inóculo sobre toda la superficie del medio.

### **2.5.7. Evaluación de la actividad antimicrobiana del extracto de *P. guajava***

Se realizó a través del método de difusión con discos, para lo cual se prepararon 5 placas con medio de cultivo agar Müller Hinton, cada placa fue dividida en 4 campos iguales, en dos de ellos se añadieron discos embebidos con extracto etanólico de *P. guajava*, (concentración inicial descrita en el apartado 2.5.5.); en los otros dos campos restantes se colocó un disco embebido con etanol absoluto, y en otro, un disco con agua destilada, siendo los controles positivo y negativo respectivamente.

Una vez sembradas las placas y habiendo colocado los discos se procedió a incubar en estufa marca Memmert a 37°C por 24 horas, pasado ese tiempo se analizó la presencia de halo inhibitorio.

### **2.5.8. Determinación de la concentración mínima inhibitoria**

Tras el ensayo preliminar de actividad antimicrobiana, en el cual se evaluaron diluciones seriadas del extracto etanólico expresadas en g/mL, se realizó un ensayo confirmatorio utilizando concentraciones expresadas en mg/mL, con la finalidad de obtener una mejor comparación con la literatura científica.

Para ello, el residuo seco del extracto fue reconstituido en etanol absoluto para obtener una solución madre. A partir de esta, se prepararon diluciones seriadas dobles hasta obtener concentraciones finales de 0,8; 0,6; 0,4; 0,2; 0,1; 0,05; 0,025 y 0,0125 g/mL.

Se realizaron 3 ensayos, en cada uno de los cuales se prepararon 2 placas de Petri con agar Müller-Hinton, previamente inoculadas con la suspensión bacteriana estandarizada. Cada placa fue dividida en cuatro campos para la distribución de los discos. En una de ellas se

colocaron los discos impregnados en las concentraciones altas del extracto (0,2 – 1g/mL), colocando el disco de mayor concentración en el centro, y los discos restantes dispuestos en el resto de cuadrantes. En la otra placa se dispusieron los discos embebidos con las concentraciones bajas del extracto (0,0125 – 0,1 g/mL) en los respectivos cuadrantes, y en el centro se ubicó un disco impregnado con 30 mg/mL de ceftazidima, una cefalosporina  $\beta$ -lactámica de tercera generación contra *P. aeruginosa*, empleada como control positivo (35).

Las placas fueron incubadas en aerobiosis usando estufa Memmert a 37 °C durante 24 horas y posteriormente se realizó la lectura de resultados. Se consideró como CMI la placa con su respectiva concentración que no muestre crecimiento bacteriano, siendo comparado con el control positivo.

#### **2.5.9. Estrategia de recolección de datos**

Se empleó una ficha de recolección de datos, con la finalidad de determinar la sensibilidad del extracto alcohólico de hojas de *P. guajava* a diferentes concentraciones, midiendo la presencia de los halos de inhibición del microorganismo con una regla milimétrica (Anexo 1).

Los valores de referencia para la medición de los halos de inhibición y la determinación de los diámetros críticos de susceptibilidad antimicrobiana para *Pseudomonas* fueron establecidos conforme a la última edición publicada por el Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2025). De acuerdo con dichos lineamientos, los puntos de corte se definen de la siguiente manera: Resistente (R) < 14 mm; Intermedio (I) 15–17 mm; y Sensible (S) > 18 mm.

#### **2.6. Análisis e interpretación de los datos**

La información obtenida fue recogida, codificada y archivada en una base de datos en Microsoft Excel versión 2010, posteriormente se utilizó el software estadístico OriginLab versión 8.6. para realizar los cálculos y pruebas estadísticas presentadas a continuación.

La normalidad de los datos fue evaluada mediante la prueba de Shapiro–Wilk, considerando un nivel de significancia de 0,05. En aquellos casos donde los datos presentaron distribución normal, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía para comparar los promedios de los diámetros de los halos de inhibición entre las diferentes concentraciones del extracto.

Cuando se identificaron diferencias estadísticamente significativas, se realizó una prueba post hoc de Tukey para la comparación múltiple entre grupos.

Para todas las pruebas estadísticas se consideró un nivel de significancia del 5% o de 0,05 y una Prueba de Tukey para la comparación de los extractos con control positivo.

## **2.7. Aspectos éticos**

El presente trabajo de investigación se integra como parte del Proyecto de Investigación Docente USAT 2023 - I, titulado “Evaluación del efecto bactericida/bacteriostática del extracto acuoso y etanólico de 4 plantas medicinales en cepas ATCC relacionadas a infecciones asociados a la atención en salud”, registrado bajo la Resolución 100-2022-USAT-RTDO (Anexo 2), por lo que fue enviado al Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Medicina de la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo (USAT) para su revisión. Asimismo, se contó con la autorización institucional correspondiente para la ejecución de los procedimientos experimentales en el Laboratorio de Microbiología.

En el transcurso de esta investigación, se mantuvo el compromiso de seguir rigurosamente las normas éticas y científicas mediante la inclusión de citas bibliográficas de manera apropiada, asegurando así la transparencia y validez científica del trabajo, y reconociendo debidamente la propiedad intelectual de los autores consultados.

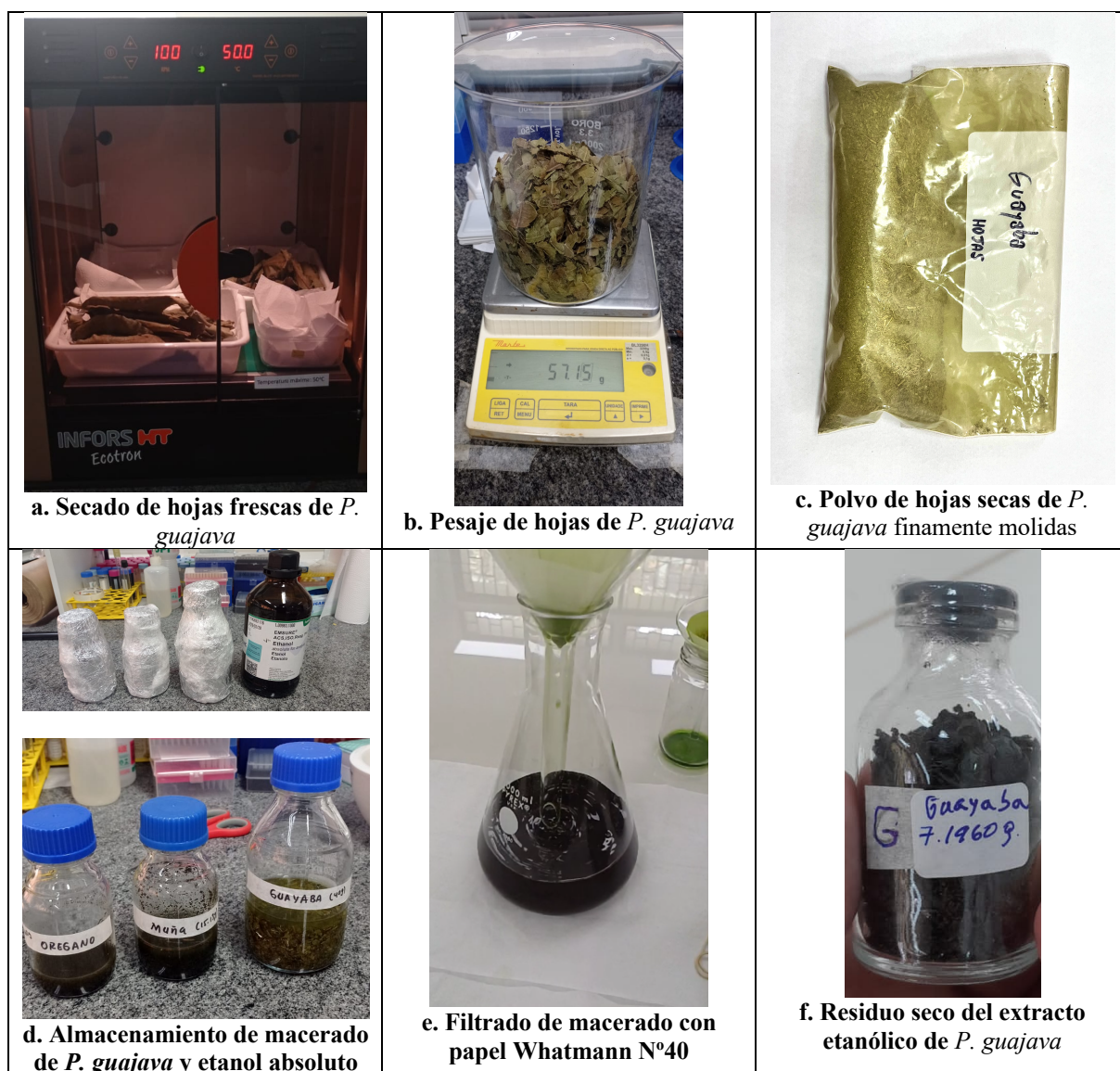
La metodología empleada fue detalladamente descrita, facilitando su reproducción y aplicación en futuras investigaciones. Se mantuvo el principio de beneficencia resguardando la integridad de los investigadores y cumpliendo con las normas de bioseguridad pertinentes. Esto incluye el uso adecuado del equipo de protección personal, así como la correcta manipulación de medios de cultivo y reactivos. De esta manera, garantizamos no solo la calidad y confiabilidad de los resultados obtenidos, sino también la seguridad y bienestar de los participantes en el desarrollo de la investigación.

Asimismo, se garantizó el principio de no maleficencia llevando a cabo prácticas de laboratorio seguras y haciendo uso de protocolos estandarizados para la manipulación de agentes biológicos con el fin de prevenir exposiciones accidentales a bacterias patógenas, tomando medidas específicas de contención y control de riesgos, salvaguardando en todo momento la seguridad y bienestar de los investigadores y ambiente de trabajo.

### III. Resultados

#### 3.1. Obtención y almacenamiento del extracto

Después de completar el procedimiento para la obtención del extracto, se obtuvo un total de 7.5 g de extracto de guayaba (*Psidium guajava*), el cual presentó una coloración verde oscuro y aspecto cristalino, el cual fue almacenado en un frasco ámbar y puesto en refrigeración a una temperatura de entre 2 a 6°C hasta su utilización, como se muestra en la Figura 1.

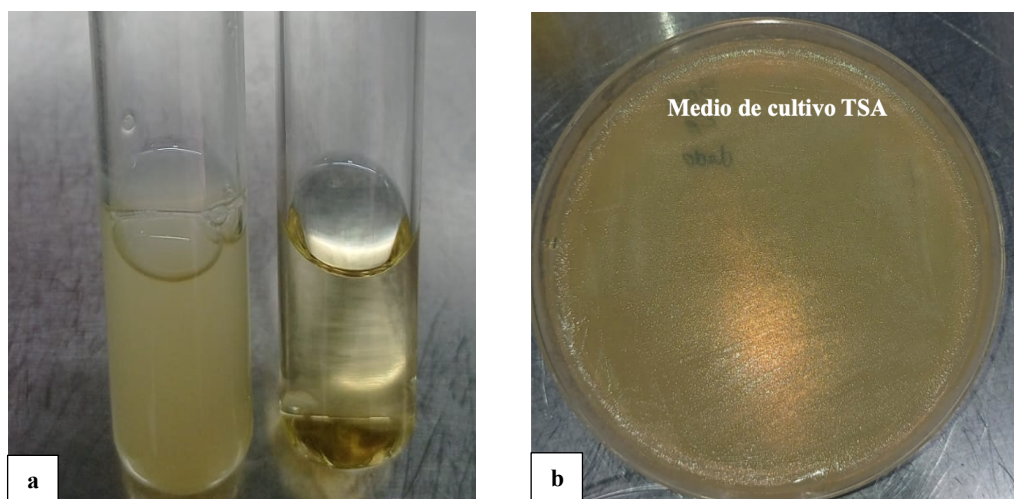


**Figura 1. Obtención del extracto etanólico de guayaba en sus diferentes etapas de preparación**

### 3.2. Preparación del inóculo

La cepa ATCC de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, fue reactivada en tubo de ensayo con medio líquido de BHI (Brain Heart Infusion), incubado a 37°C durante 16 a 18 h. Posteriormente, se sembró en placas Petri con 15 mL de medio TSA (Agar Tripticasa Soya), las cuales fueron incubadas a 37°C por 16 a 18h. Al término de la incubación se observaron colonias de coloración verdosa correspondientes a *Pseudomonas aeruginosa*.

En la Figura 2 se observa la concentración del cultivo bacteriano en medio líquido, la cual fue de 0.1 medido en el espectrofotómetro. Esto corresponde a una concentración equivalente al tubo N° 5 en la escala de Mc Farland. (ABS 0.1  $\cong$  tubo N°5 de MF).



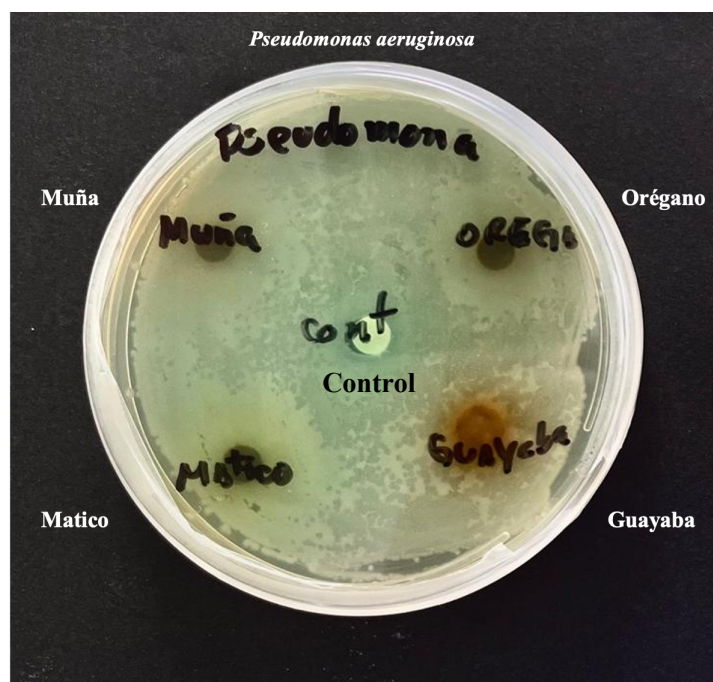
En la imagen a, se muestra el tubo conteniendo el cultivo bacteriano en medio líquido. En la imagen b, se muestra el preparado de la placa con medio de cultivo TSA.

**Figura 2. Preparación del inóculo de *Pseudomonas aeruginosa***

### 3.3. Determinación de la actividad antimicrobiana

Con las bacterias previamente activadas y el extracto preparado para su uso, se formuló una concentración inicial de 1g/mL (1g de extracto diluido en 1 mL de etanol al 99.8%), este fue el punto de partida para el primer ensayo de actividad inhibitoria, en la Figura 3 se muestra los resultados correspondientes a la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de *P. guajava* frente a *P. aeruginosa*., además de otros extractos (recordar que este proyecto de tesis

está vinculado con el proyecto de investigación N°100-2022-USAT-RTDO) donde no se evidencian halos de inhibición, pero se evidencia un crecimiento bacteriano lento.



Se muestra la placa de agar inoculada con *P. aeruginosa* y disposición de los discos impregnados en los distintos extractos incluyendo *P. guajava*. En la zona central, el disco embebido en agua destilada empleado como control negativo.

**Figura 3. Actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Psidium guajava* y otros frente a *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853**

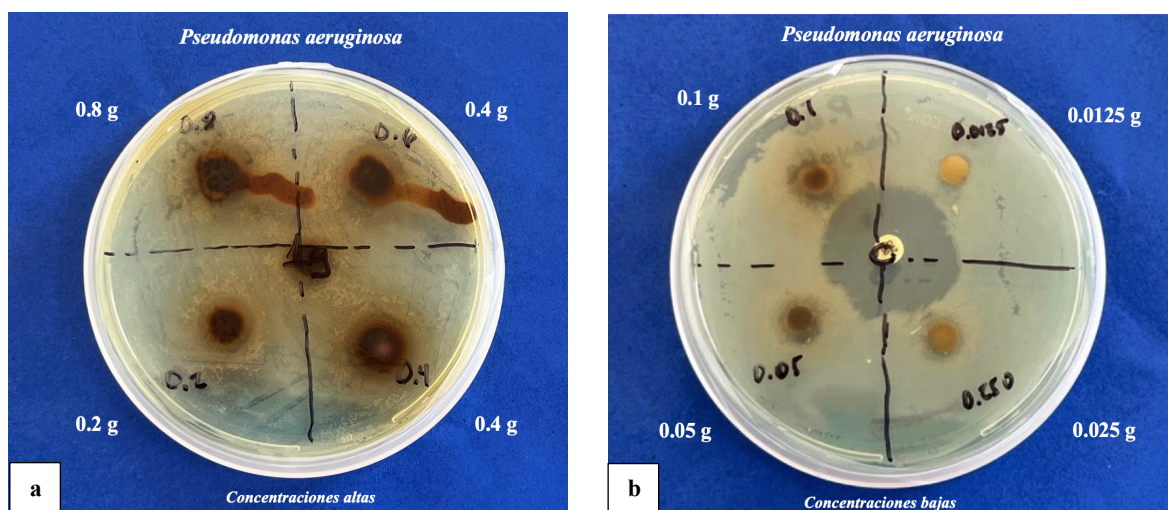
#### 3.4. Determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI)

El siguiente paso fue diluir la concentración máxima (1g/mL) en 8 diluciones seriadas (1g, 0.8g, 0.6g, 0.4g, 0.2g, 0.1g, 0.05g, 0.025g y 0.0125), los que se diluyeron en etanol 99.8% y en medio de cultivo TS. En la Figura 4 y 5 se presentan las placas distribuidas en concentraciones altas (0.2g - 1) y concentraciones bajas (0.0125g - 0.1) diluidas en etanol. En estas se evidencia la presencia de halo en todas las concentraciones altas con un diámetro promedio de 13.2 mm. En las diluciones con medio de cultivo TS mostradas en la Figura 6, se evidencia presencia de halo en las concentraciones de 0.8, 0.6, 0.4 y 0.2 siendo el halo de mayor diámetro en la concentración de 0.8g.

**Tabla 2. Formación de halos en placas con agar Mueller Hinton de soluciones en etanol al 99.8% a partir del extracto etanólico de hojas de *P. guajava* frente a *P. aeruginosa* ATCC 27853.**

	Diámetro de Halos en placas con agar Mueller - Hinton (mm)									
	Concentraciones altas (g/mL)					Concentraciones bajas (g/mL)				Control
<b>Ensayo 1</b>	<b>1</b>	<b>0.8</b>	<b>0.6</b>	<b>0.4</b>	<b>0.2</b>	<b>0.1</b>	<b>0.05</b>	<b>0.025</b>	<b>0.0125</b>	<b>Ceftazidima</b>
<b>Lectura 1 de los halos (mm)</b>	6	6	6	10	6	10	6	6	6	30

*Los halos de inhibición de mayor diámetro (10 mm) se observan a concentraciones de 0.4 y 0.1 g/mL, en comparación con el resto de concentraciones donde no se evidencia actividad.*



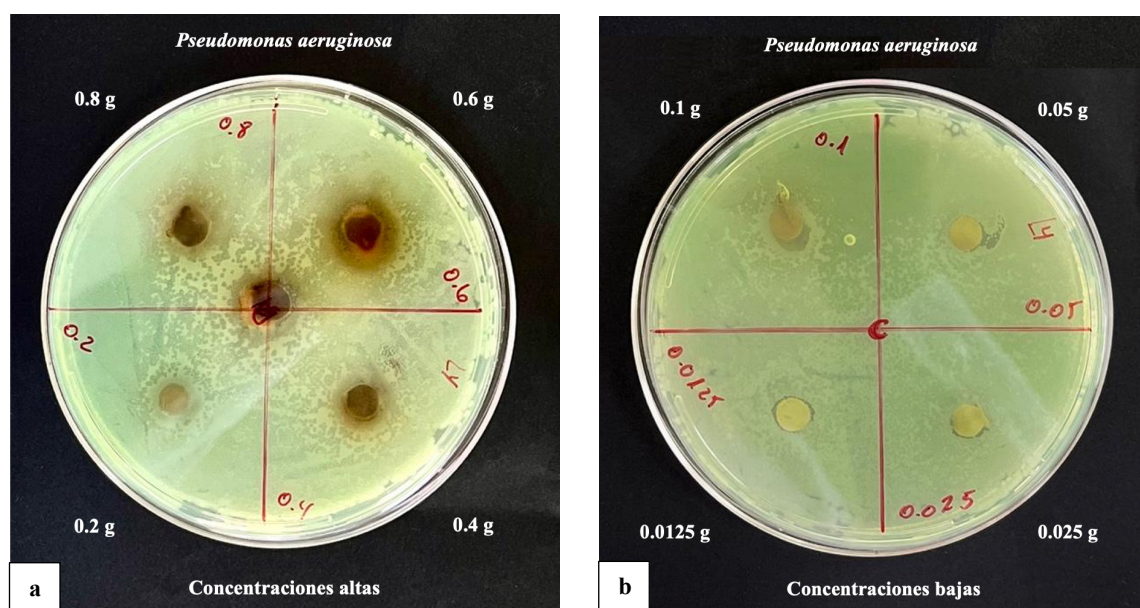
*En la imagen a y b corresponden al Ensayo 1. En la primera se muestran las placas sembradas con *P. aeruginosa* conteniendo los discos embebidos en las concentraciones altas, mientras que en la segunda, contiene los discos embebidos en las concentraciones bajas del extracto, y al centro, el control con Ceftazidima.*

**Figura 4. Actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Psidium guajava* frente a *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 a altas y bajas concentraciones**

**Tabla 3. Formación de halos en placas con agar Mueller Hinton de soluciones en etanol al 99.8% a partir del extracto etanólico de hojas de *P.guajava* frente a *P. aeruginosa* ATCC 27853.**

	Diámetro de halos en placas con agar Mueller - Hinton (mm)									
	Concentraciones altas (g/mL)					Concentraciones bajas (g/mL)				Control
<b>Ensayo 2</b>	<b>1</b>	<b>0.8</b>	<b>0.6</b>	<b>0.4</b>	<b>0.2</b>	<b>0.1</b>	<b>0.05</b>	<b>0.025</b>	<b>0.0125</b>	<b>Ceftazidima</b>
<b>Lectura 2 de los halos (mm)</b>	10	16	14	14	12	6	6	6	6	30

Los halos de inhibición de mayor diámetro se observan a concentraciones altas de (1 – 0.2 g/mL) en comparación con las concentraciones bajas. Sin embargo, el halo formado a la concentración inicial (1 g/mL) es menor respecto a las diluciones.



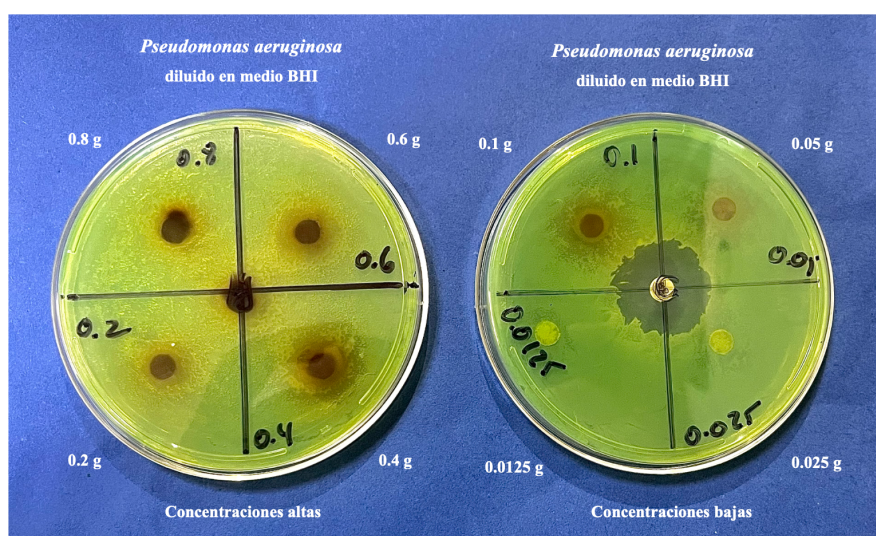
La imagen a y b, corresponden al Ensayo 2. En ellas se exhiben las placas cultivadas con *P. aeruginosa* y los discos embebidos en las concentraciones altas y bajas del extracto, respectivamente.

**Figura 5. Actividad antibacteriana del extracto etanólico fresco de *Psidium guajava* frente a *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 a altas y bajas concentraciones**

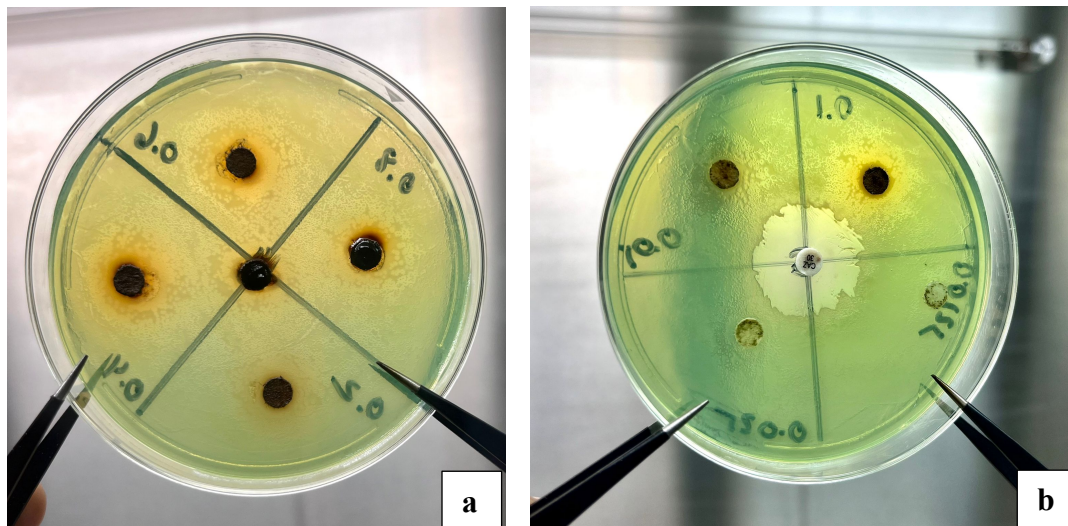
**Tabla 4. Formación de halos en placas con agar Mueller Hinton de soluciones en medio de cultivo líquido Tripticasa Soya (TS) partir del extracto etanólico de hojas de *Psidium guajava* frente a *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853.**

	Diámetro de Halos en placas con agar Mueller - Hinton (mm)									
	Concentraciones altas (g/mL)					Concentraciones bajas (g/mL)				Control
<b>Ensayo 3</b>	<b>1</b>	<b>0.8</b>	<b>0.6</b>	<b>0.4</b>	<b>0.2</b>	<b>0.1</b>	<b>0.05</b>	<b>0.025</b>	<b>0.0125</b>	<b>Ceftazidima</b>
<b>Lectura 3 de los halos (mm)</b>	10	10	10	6	6	6	6	6	6	30

Los halos de inhibición de mayor diámetro (10 mm) se observan a concentraciones altas del extracto (1 – 0.6 g/mL), en comparación con concentraciones más bajas.

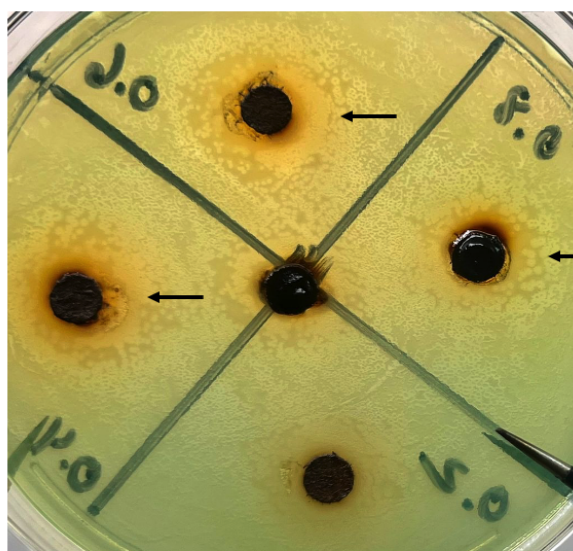


La imagen muestra los resultados del Ensayo 3. A la izquierda, se observa la placa sembrada con *P. aeruginosa*, conteniendo los discos embebidos en las concentraciones altas del extracto. A la derecha, se observan los discos embebidos en las concentraciones bajas junto al control positivo (Ceftazidima).

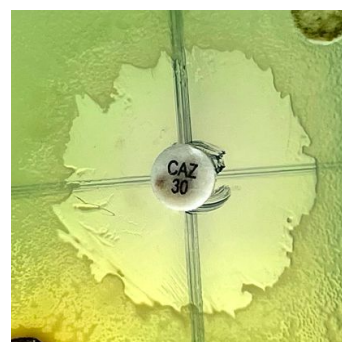


En la imagen a y b se muestran los discos impregnados en altas y bajas concentraciones, respectivamente, del extracto etanólico de *P. guajava* diluido en medio de cultivo Tripticasa Soya sobre las placas sembradas con *P. aeruginosa*.

**Figura 6.** Actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Psidium guajava* diluido en medio de cultivo TS frente a *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 a altas y bajas concentraciones.



Ampliación de la imagen 6a. Ausencia de halos. Lo que se aprecia es la difusión del extracto en el medio de cultivo.



Ampliación de la imagen 6b. Se aprecia el halo de inhibición (30 mm) alrededor del disco impregnado en Cefazidima.

### 3.5. Análisis estadístico

Los datos obtenidos del diámetro de los halos de inhibición fueron procesados mediante estadística descriptiva, calculándose la media y desviación estándar para cada concentración evaluada, considerando tres repeticiones por grupo experimental.

Posteriormente, se aplicó un análisis de varianza de una vía para determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones del extracto etanólico y los controles, estableciendo un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ . En la Tabla 5 se muestra el ANOVA que compara los diámetros de los halos de inhibición entre las distintas concentraciones del extracto etanólico de *P. guajava* y el control positivo.

Los resultados del análisis post hoc de Tukey mostraron que el control positivo (media = 30,00 mm) presentó diferencias estadísticamente significativas frente a todas las concentraciones del extracto etanólico (valores de t entre 8,55 y 10,43;  $p < 0,001$ ).

Al incluir todas las condiciones experimentales, se observa un valor F alto con un p-valor menor a 0.05, lo que indica la existencia de diferencias globales estadísticamente significativas entre los grupos evaluados, influenciado principalmente por el amplio halo de inhibición (30 mm) producido por el control positivo (ceftazidima). Sin embargo, al analizar exclusivamente las concentraciones del extracto, no se evidencian diferencias significativas entre ellas ( $p > 0,05$ ), lo que indica que no se evidencia un efecto dependiente de la dosis bajo las condiciones experimentales empleadas.

**Tabla 5. ANOVA para los halos de inhibición del extracto etanólico de las hojas de *P. guajava* sobre *P. aeruginosa* ATCC 27853**

	Grados de libertad	Media cuadrática	Valor F	p-valor
<b>Inter-grupos</b>	9	154.0889	19.41	$5.08 \times 10^{-8}$
<b>Intra-grupos</b>	20	7.9373		
<b>Total</b>	29			

#### IV. Discusión

En el presente trabajo de investigación se evaluó la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de las hojas de *Psidium guajava* frente a la cepa *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853. Para ello, se emplearon diluciones al 0.8g, 0.6g, 0.4g, 0.2g, 0.1g, 0.05g, 0.025g y 0.0125g/mL en cultivos bacterianos mediante el método de difusión de discos. Los resultados obtenidos evidenciaron resistencia al extracto evaluado, en comparación con la ceftazidima utilizada como control positivo. Estos hallazgos concuerdan con lo reportado por los investigadores Orúe y Rebaza (2013), donde encontraron resistencia de *P. aeruginosa* al

extracto etanólico de las hojas de *P. guajava* con una concentración de 200 mg/mL por los métodos de percolación, soxhlet y maceración(20).

Los resultados obtenidos en la presente investigación guardan similitud con lo reportado por Thapa y autores (2019) quienes evidenciaron mayor actividad antimicrobiana del extracto metanólico de las hojas frescas de *P. guajava* frente a cepas de *P. aeruginosa* aisladas de muestras clínicas internos y externos de la Universidad Tribhuvan y del KIST Medical College and Teaching Hospital con la formación de halos de inhibición de aproximadamente 13 mm. No obstante, la actividad observada fue inferior a la del antibiótico estándar Tobramicina, lo que sugiere que, aunque el extracto presenta efecto antibacteriano, su potencia es menor en comparación con antimicrobianos convencionales (34). En contraste, Llamozza y Mamani (2022) evaluaron la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de hojas de *P. guajava* frente a cepas de *S. aureus* mediante el método de difusión en disco de Kirby–Bauer. Dichos autores reportaron una sensibilidad marginal, evidenciada por la formación de halos de inhibición de 13,20 mm a una concentración del 25 % del extracto, así como de 9,76 mm y 11,72 mm a concentraciones de 5 % y 15 %, respectivamente (35). Esta discrepancia podría estar relacionada con diferencias en la concentración del extracto, condiciones experimentales, procedencia del material vegetal o variabilidad inherente a las cepas bacterianas empleadas.

Los resultados obtenidos sugieren que el extracto etanólico de hojas de *P. guajava* podría ejercer una actividad antimicrobiana no demostrada de manera concluyente en este estudio. No obstante, este posible efecto resulta coherente con lo reportado por Patel et al. (2019) y Khan y colaboradores (2023), quienes evidenciaron la inhibición de factores de virulencia de *P. aeruginosa* regulados por el sistema de *quorum sensing*, incluyendo la disminución en la formación de biopelículas, la producción de pigmentos y la síntesis de ramnolípidos (36–38). En este contexto, respalda la posibilidad de que el extracto no solo limite el crecimiento bacteriano, sino que también ejerza una acción moduladora sobre mecanismos clave de patogenicidad, lo que refuerza su potencial acción como agente antimicrobiano complementario.

Ekeleme (2017) reportó actividad inhibitoria del extracto etanólico de *P. guajava* frente a cepas bacterianas aisladas de muestras clínicas de orina de pacientes con diagnóstico de ITU, evidenciándose efecto antimicrobiano a partir de una concentración mínima de 25 mg (39). No

obstante, en el presente estudio, si bien se observó un diámetro promedio de halo de inhibición de 13,2 mm a concentraciones elevadas del extracto etanólico de hojas de *P. guajava*, no se evidenció una relación dosis–respuesta clara, lo que impidió establecer con precisión la CMI.

Estos hallazgos coinciden parcialmente con lo señalado por Chibuike y colaboradores (2019) quienes no pudieron evaluar CMI al encontrar resistencia de cepas *P. aeruginosa* aisladas y caracterizadas de diversas fuentes (suelo, arroyos, estiércol de vaca y frotis nasal humano) frente al extracto etanólico de hojas secas de *P. guajava* obtenido por el método de maceración (40). Las diferencias observadas entre los distintos estudios podrían atribuirse a variaciones en la concentración, estabilidad y comportamiento fisicoquímico de los compuestos bioactivos presentes en el extracto, los cuales presentan susceptibilidad a la degradación térmica y a procesos de inestabilidad durante el procesamiento y almacenamiento. En este contexto, factores como el origen botánico, las condiciones edafoclimáticas de cultivo, las etapas fenológicas de la planta, la metodología experimental aplicada, el método de extracción empleado y la concentración efectiva del extracto evaluado pueden incidir significativamente en la eficiencia de recuperación de los metabolitos activos y, por ende, en la determinación de la CMI.

En la actualidad, se investigan estrategias tecnológicas avanzadas, tales como técnicas de microencapsulación y nanoencapsulación, orientadas a optimizar la protección de los compuestos bioactivos, incrementar su estabilidad fisicoquímica y mejorar su biodisponibilidad, reduciendo su degradación y preservando sus propiedades funcionales. Sin embargo, la implementación de estos enfoques requiere infraestructura especializada, inversión económica considerable y personal capacitado, lo cual puede constituir una limitación para su aplicación en determinados entornos de investigación (41).

El estudio se limitó al uso de una sola cepa de referencia (*Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853), lo que impide extrapolar los resultados a cepas clínicas o multidrogorresistentes que podrían responder de manera diferente al extracto evaluado.

La evaluación de la actividad antimicrobiana se realizó exclusivamente mediante el método de difusión en disco, el cual, si bien es ampliamente utilizado, puede no ser el más sensible para detectar efectos bacteriostáticos o mecanismos de acción no directamente asociados a la inhibición visible del crecimiento.

No se realizó la caracterización fitoquímica cuantitativa del extracto, por lo que no fue posible correlacionar la actividad observada con concentraciones específicas de compuestos bioactivos responsables del efecto antimicrobiano.

No se evaluaron otros mecanismos de acción antimicrobiana, como la inhibición de la formación de biopelículas, la alteración del quorum sensing o la expresión de factores de virulencia, los cuales han sido reportados como blancos relevantes de los compuestos presentes en *P. guajava*.

Es importante señalar que el estudio evaluó el efecto inhibitorio mediante difusión en disco, por lo que no se determinó la CMI mediante microdilución en caldo, limitando la interpretación cuantitativa precisa del efecto bacteriostático.

## V. Conclusiones

1. La obtención del extracto etanólico de las hojas de *P. guajava* se realizó de manera eficaz, siguiendo procedimientos estandarizados de secado, maceración y concentración, logrando un extracto estable y reproducible para su evaluación microbiológica.
2. No se evidenció una actividad bactericida significativa frente a cepas de *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, mediante el método de difusión en disco, mostrando un comportamiento de resistencia en comparación con el control positivo ceftazidima, siendo el diámetro promedio del halo a altas concentraciones de 13.2 mm.
3. Las concentraciones evaluadas del extracto etanólico 0.8, 0.6, 0.4 y 0.2 g/mL no lograron generar halos de inhibición comparables al antibiótico de referencia, lo que indica que, bajo las condiciones experimentales empleadas, el extracto no presenta una acción inhibitoria efectiva sobre el crecimiento de *P. aeruginosa*.

## VI. Referencias

1. Lebeque Y, Morris H, Calás N. Infecciones nosocomiales: incidencia de la *Pseudomonas aeruginosa*. *Rev cubana med* [Internet]. marzo de 2006 [citado el 9 de octubre de 2024];45(1):1–2. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75232006000100005&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75232006000100005&lng=es).
2. Espinoza D, Esparza G. Resistencia enzimática en *Pseudomonas aeruginosa*, aspectos clínicos y de laboratorio. *Rev chil infectol*. febrero de 2021;38(1):69–80. doi:10.4067/S0716-10182021000100069
3. Schwartz B, Klamer K, Zimmerman J, Kale-Pradhan PB, Bhargava A. Multidrug Resistant *Pseudomonas aeruginosa* in Clinical Settings: A Review of Resistance Mechanisms and Treatment Strategies. *Pathogens*. el 1 de noviembre de 2024;13(11):3–19. doi:10.3390/pathogens13110975
4. Hu M, Chua S. Antibiotic-Resistant *Pseudomonas aeruginosa*: Current Challenges and Emerging Alternative Therapies. *Microorganisms*. el 1 de abril de 2025;13(4):1–29. doi:10.3390/microorganisms13040913
5. Valderrama S, González P, Caro M, Ardila N, Ariza B, Gil F, et al. Factores de riesgo para bacteriemia adquirida en el hospital por *Pseudomonas aeruginosa* resistente a carbapenémicos en un hospital colombiano. *Biomédica*. el 23 de febrero de 2016;36(1):69–77. doi:10.7705/biomedica.v36i2.2784
6. Estrada-Calles D, Rodríguez-Gamboa M, Velázquez-Álvarez E. Resistencia a antibióticos betalactámicos: situación actual y nuevas estrategias. *RD-ICUAP* [Internet]. 2022 [citado el 10 de octubre de 2024];8(22):13–27. Disponible en: <https://rd.buap.mx/ojs-dm/index.php/rdicuap/article/view/682/883>
7. Rodríguez A, Burgos A. Mecanismos de resistencia de la *Pseudomonas aeruginosa*. *Revista Peruana de Ciencias de la Salud*. el 5 de enero de 2024;6(1):58–65. doi:https://doi.org/10.37711/rpcs.2024.6.1.445
8. MINSA. Alerta epidemiológica 001-2022 [Internet]. Perú; 2022 [citado el 10 de octubre de 2024]. Report. Disponible en: <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/tools/teleconferencia/2022/SE022022/04.pdf>

9. Reynolds D, Kollef M. The Epidemiology and Pathogenesis and Treatment of *Pseudomonas aeruginosa* Infections: An Update. *Drugs*. el 1 de diciembre de 2021;81(18):2117–31. doi:10.1007/s40265-021-01635-6 PubMed PMID: 34743315.
10. Rodríguez R, Lafourcade A, Pérez L. Hojas de *Psidium guajava* L. *Rev Cubana Farm* [Internet]. marzo de 2013 [citado el 9 de octubre de 2024];47(1):127–35. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=s0034-75152013000100014&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=s0034-75152013000100014&script=sci_arttext)
11. Escobar A, Ccasa R. Efecto antimicrobiano del extracto de hojas de *Psidium guajava* L. (guayaba) sobre *staphylococcus aureus* ATCC 25923, *eschirichia coli* ATCC 25922 y *cándida albicans* ATCC 10231, Arequipa-2018 [Tesis de licenciatura] [Internet]. [Arequipa]: Universidad Privada Autónoma del Sur; 2018 [citado el 9 de octubre de 2024]. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPAD\\_7e47a33bb88bb3ee6990bec57aeb17a7](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPAD_7e47a33bb88bb3ee6990bec57aeb17a7)
12. Inocente-Camones M, Guija-Poma E, Zarzosa-Norabuena E, Loja Herrera B, Ponce-Pardo J. Efecto hipoglicemiente de los extractos acuoso y etanólico de *Psidium guajava* L. (Guayaba) en ratas diabéticas inducidas por aloxano. *Horiz Med* [Internet]. junio de 2015 [citado el 10 de octubre de 2024];15(2):41–8. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/hm/v15n2/a07v15n2.pdf>
13. Puentes J. Plantas medicinales hipotensoras y sus productos comercializados en el Área Metropolitana de Buenos Aires, Argentina. *Bonplandia*. el 10 de julio de 2019;28(2):117–33. doi:10.30972/bon.2823854
14. Martínez M, Molina N, Boucourt E. Evaluación de la actividad antimicrobiana del *Psidium guajava* L. (guayaba). *Rev Cubana Plant Med* [Internet]. abril de 1997 [citado el 10 de octubre de 2024];2(1):12–4. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1028-47961997000100003&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47961997000100003&lng=es).
15. Reaño E, Rimarachín S. Determinación del tiempo de vida útil de una bebida a base de noni y guayaba [Tesis para grado] [Internet]. [Lambayeque]: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo; 2015 [citado el 10 de octubre de 2024]. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPRG\\_c0b9ffb74a582a97ffa00ba42ad2f810/Details](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPRG_c0b9ffb74a582a97ffa00ba42ad2f810/Details)
16. Perez J. Análisis fitoquímico y farmacognóstico de las hojas de *Psidium guajava* [Tesis de grado] [Internet]. [Ica]: Universidad Nacional San Luis Gonzaga; 2022 [citado el 10

- de octubre de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.unica.edu.pe/server/api/core/bitstreams/5f9a02b2-5994-4748-91be-b931b6545fc0/content>
17. Kumar S, Sarbon N, Rana S, Chintagunta AD, Prathibha S, Ingilala SK, et al. Extraction of bioactive compounds from *Psidium guajava* leaves and its utilization in preparation of jellies. *AMB Express*. el 1 de marzo de 2021;11(1):36. doi:10.1186/s13568-021-01194-9
  18. Naseer S, Hussain S, Naeem N, Pervaiz M, Rahman M. The phytochemistry and medicinal value of *Psidium guajava* (guava). *Clinical Phytoscience*. diciembre de 2018;4(1). doi:10.1186/s40816-018-0093-8
  19. Sanches N, Garcia Cortez D, Schiavini M, Nakamura C, Dias Filho B. An evaluation of antibacterial activities of *Psidium guajava* (L.). *Brazilian Archives of Biology and Technology*. mayo de 2005;48(3):429–36. doi:10.1590/S1516-89132005000300014
  20. Orúe C, Rebaza F. Evaluación de la actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico de frutos y hojas de *Psidium guajava* L. “Guayaba” frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 [Tesis de grado] [Internet]. [Arequipa]: Universidad Católica Santa María; 2013 [citado el 10 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/5428bf15-7c34-436e-bfaa-3d133b87971a/content>
  21. Dewage D, Rajapakse C. A Review of the Antioxidant and Antimicrobial Activities and Photoprotective Properties of *Psidium guajava* L. *Oriental Journal Of Chemistry*. el 31 de octubre de 2024;40(5):1240–9. doi:10.13005/ojc/400505
  22. Khadka B, Mahato M, Tuladhar R, Singh A. Effect of *Psidium guajava* L on Biofilm Forming Multidrug Resistant Extended Spectrum Beta Lactamase (ESBL) Producing *Pseudomonas aeruginosa*. *Tribhuvan University Journal of Microbiology*. el 6 de diciembre de 2019;6:19–25. doi:10.3126/tujm.v6i0.26574
  23. Tavares A, Correia M, Correia F, Monteiro A, et al. Atividade Antimicrobiana in vitro de Extratos Hidroalcoólicos de *Psidium guajava* L. sobre Bactérias Gram-Negativas. *Acta Farm Bonaerense* [Internet]. septiembre de 2002 [citado el 10 de octubre de 2024];2(1):12–4. Disponible en: [http://www.latamjpharm.org/trabajos/21/4/LAJOP\\_21\\_4\\_1\\_2\\_ZA956I5181.pdf](http://www.latamjpharm.org/trabajos/21/4/LAJOP_21_4_1_2_ZA956I5181.pdf)

24. Castaño J, Montes J. Estudio integral de *Psidium guajava* en un sistema silvopastoril en el municipio de Turbo Antioquía [Tesis de grado] [Internet]. [Turbo]: Universidad Nacional Abierta y a Distancia; 2014 [citado el 10 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/8569/71948313.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
25. Kareem A, Kadhim E. *Psidium guajava*: A Review on Its Pharmacological and Phytochemical Constituents. *Biomedical and Pharmacology Journal*. el 1 de junio de 2024;17(2):1079–90. doi:10.13005/bpj/2924
26. Huynh H, Nargotra P, Wang H, Shieh C, Liu Y, Kuo C. Bioactive Compounds from Guava Leaves (*Psidium guajava* L.): Characterization, Biological Activity, Synergistic Effects, and Technological Applications. *Molecules* 2025. el 12 de marzo de 2025;1278(30):1–40. doi:10.3390/molecules30061278 PubMed PMID: 40142053.
27. Braga T, Dores R, Ramos C, Evangelista F, Tinoco L, Varotti F, et al. Antioxidant, Antibacterial and Antitumor Activity of Ethanolic Extract of the *Psidium guajava* Leaves. *Am J Plant Sci*. 2014;05(23):3492–500. doi:10.4236/ajps.2014.523365
28. García-Vieyra M, Marín A, Nito A, Trujillo A, Cervantes G, Guajardo J, et al. Extracción, caracterización fitoquímica y actividad antioxidante de extractos de *Psidium guajava* L. *Verano de la Ciencia XXIX* [Internet]. el 2 de octubre de 2024 [citado el 8 de enero de 2026];28:1–6. Disponible en: [www.jovenesenlaciencia.ugto.mx](http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx)
29. Anáhuac México U, Georgina Solano-Gálvez S, Manuel Paz Zarza V, Mangwani Mordani S, Martínez Maldonado A, Álvarez Hernández D, et al. *Pseudomonas aeruginosa*: patogenicidad y resistencia antimicrobiana en la infección urinaria [Internet]. Report. Disponible en: [www.sochinf.cl](http://www.sochinf.cl)
30. Hilgarth M, Lehner E, Behr J, Vogel R. Diversity and anaerobic growth of *Pseudomonas* spp. isolated from modified atmosphere packaged minced beef. *J Appl Microbiol*. el 3 de julio de 2019;127(1):159–74. doi:10.1111/jam.14249
31. Wood S, Kuzel T, Shafikhani S. *Pseudomonas aeruginosa*: Infections, Animal Modeling, and Therapeutics. *Cells*. el 3 de enero de 2023;12(1). doi:<https://doi.org/10.3390/cells12010199> PubMed PMID: 36611992.
32. Ochoa SA, López-Montiel F, Escalona G, Cruz-Córdova A, Dávila LB, López-Martínez B, et al. *Bol Med Hosp Infant Mex* 138 [www.medigraphic.org.mx](http://www.medigraphic.org.mx) *Bol Med Hosp Infant Mex* 2013;70(2):138-150 Pathogenic characteristics of *Pseudomonas aeruginosa*

- strains resistant to carbapenems associated with biofilm formation [Internet]. 2013. Report. Disponible en: [www.medigraphic.org.mx](http://www.medigraphic.org.mx)
33. Pérez-Delgado O, Alvarado-Pineda RL, Yacarini-Martínez AE. Actividad antibacteriana in vitro de extracto etanólico crudo de las hojas de *Origanum vulgare*, frente *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 y *Escherichia coli* ATCC 25922. *J Selva Andina Res Soc* [Internet]. 2021 [citado el 8 de enero de 2026];12(1):21–9. Disponible en: [http://www.scielo.org/bo/pdf/jsars/v12n1/v12n1\\_a03.pdf](http://www.scielo.org/bo/pdf/jsars/v12n1/v12n1_a03.pdf)
  34. Thapa R, Raghubanshi B, Singh A. Antimicrobial Effect of *Psidium guajava* L. Leave Extract in Correlation with Biofilm Formation and Metallo- $\beta$ -Lactamase Production in Multidrug Resistant *Pseudomonas aeruginosa*. *Pakistan Academy of Sciences*. septiembre de 2019;3(56):113–20.
  35. Llamaza Maldonado JM, Mamani De La Cruz G. Actividad antimicrobiana del extracto etanólico de hojas de *Psidium guajava* L. “guayaba” frente a bacterias gram positivas (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923) y gram negativas (*Escherichia coli* ATC 25922). [Internet]. [Lima]: Universidad María Auxiliadora; 2022 [citado el 8 de enero de 2026]. Disponible en: <https://repositorio.uma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12970/1005/TESIS%20LLAMAZA-MAMANI.pdf?sequence=18>
  36. Patel P, Joshi C, Birdi T, Kothari V. Anti-infective efficacy of *Psidium guajava* L. leaves against certain pathogenic bacteria. *F1000Res*. el 3 de enero de 2019;8:12. doi:10.12688/f1000research.17500.1
  37. Khan MA, Celik I, Khan H, Shahid M, Shahzad A, Kumar S, et al. Antibiofilm and anti-quorum sensing activity of *Psidium guajava* L. leaf extract: In vitro and in silico approach. *PLoS One*. el 19 de diciembre de 2023;18(12 December). doi:10.1371/journal.pone.0295524 PubMed PMID: 38113217.
  38. Anumihe O, Ahamefula U, Edward O, Iroka P, Onyewuenyi N, Mbachu C, et al. Antimicrobial effects and phytochemical analysis of *Psidium guajava* leaf extract against *Pseudomonas aeruginosa*. *World Sci News* [Internet]. el 16 de mayo de 2024 [citado el 17 de febrero de 2026];2(193):241–52. Disponible en: <https://worldscientificnews.com/wp-content/uploads/2024/04/WSN-1932-2024-241-252.pdf>

39. Ekeleme K, Tsaku P, Nkene I, Ufomadu U, Abimiku R, Oti V, et al. Phytochemical analysis and antibacterial activity of *Psidium guajava* L. leaf extracts. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences* [Internet]. noviembre de 2017 [citado el 18 de febrero de 2026];2(1):13–9. Disponible en: <https://gsconlinepress.com/journals/gscbps/sites/default/files/GSCBPS-2017-0024.pdf>
40. Chibuike A, Aguiyi J, Chibuike C, Ifeanyi V, Ukaegbu-Obi K, Kim E, et al. Antibacterial Activity of *Psidium guajava* Leaf Extract against Selected Pathogenic Bacteria. *Adv Microbiol.* el 4 de diciembre de 2019;09(12):1012–22. doi:10.4236/aim.2019.912066
41. Huynh H, Nargotra P, Wang H, Shieh C, Liu Y, Kuo C. Bioactive Compounds from Guava Leaves (*Psidium guajava* L.): Characterization, Biological Activity, Synergistic Effects, and Technological Applications. *Molecules.* el 12 de marzo de 2025;30(6):1278. doi:10.3390/molecules30061278

## VII. Anexos

### Anexo 1: Ficha de recolección de datos

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS										
<b>USO DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE <i>Psidium guajava</i> COMO AGENTE INHIBIDOR DE CRECIMIENTO DE <i>Pseudomonas aeruginosa</i></b> <b>USAT - 2025</b>										
<b>MEDIO DE CULTIVO: AGAR MUELLER-HINTON</b> <b>CEPA DE ESTUDIO: <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853</b>										
	Concentraciones altas					Concentraciones bajas				Control
	1	0.8	0.6	0.4	0.2	0.1	0.05	0.025	0.0125	CEFTAZIDIMA
<b>CEPA ATCC 27853</b>										
1										
2										
3										
4										
5										

INVESTIGADOR  
 Bravo Zapata, Mabel Milagros Kaori

## Anexo 2: Resolución de aprobación de proyecto de investigación



RECTORADO

RESOLUCIÓN -100-2022-USAT-RTDO

Chiclayo, 20 de diciembre de 2022

VISTO Y CONSIDERANDO:

Que es política de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo (USAT) privilegiar el desarrollo de la investigación por considerarla eje de su actividad académica e imprescindible para el real cumplimiento de su finalidad, promoviendo la mejora continua de indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación;

Que el Vicerrectorado de Investigación, en armonía con esta política, ha desarrollado el Concurso de Proyectos de Investigación Docente USAT 2023-I que tiene por objetivo promover el desarrollo de investigaciones de alto impacto involucrando a los docentes de la Universidad;

Que el Vicerrectorado de Investigación ha comunicado al Rectorado, mediante el Informe N° 072-2022-USAT-VRI, la lista de proyectos y docentes que postularon al referido concurso, así como la designación de los proyectos ganadores;

Que el Rectorado, en función de la comunicación del Vicerrectorado de Investigación, da su conformidad; y en uso de sus atribuciones conferidas por la Ley Universitaria N° 30220 y el Estatuto de la USAT;

SE RESUELVE:



RECTORADO

Artículo 1°.- Designar como proyectos ganadores, en el marco del Concurso de Proyectos de Investigación Docente USAT 2023-I:

“ASOCIACIÓN ENTRE LOS POLIMORFISMOS DEL GEN NRAMP1 Y TUBERCULOSIS PULMONAR EN PACIENTES DE UN HOSPITAL DE CHICLAYO-PERÚ, 2023”.

Coordinador del proyecto: Llontop Nuñez José Roberto  
Equipo de investigación: Ñique Carbajal César Armando  
Periodo de ejecución: Abril 2023 – Marzo 2024  
Monto asignado: S/ 16,500.00

“EVALUACIÓN DEL EFECTO BACTERICIDA/BACTERIOSTÁTICA DEL EXTRACTO ACUOSO Y ETANÓLICO DE 4 PLANTAS MEDICINALES EN CEPAS ATCC RELACIONADAS A INFECCIONES ASOCIADOS A LA ATENCIÓN EN SALUD”.

Coordinador del proyecto: Yacarini Martínez Antero Enrique  
Equipo de investigación: Alvarado Pineda Rosa Lilita  
Suclupe Farro Erick Giancarlo  
Periodo de ejecución: Abril 2023 – Marzo 2024  
Monto asignado: S/ 16,500.00




Resolución-100-2022-USAT-RTDO

Artículo 2º.- Encargar a la Dirección de Personal y a la Dirección General de Asuntos Docentes, se sirvan al registro del presente reconocimiento en la hoja de vida de los mencionados docentes.

Regístrese, comuníquese y archívese.



  
Mgtr. Jorge Pérez Uriarte  
Secretario General



RECTORADO

  
Dra. Patricia Julia Campos Olazábal  
Rector