



Universidad Nacional

SAN LUIS GONZAGA



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD



AT 2026-FFBB-008

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título de **Informe final de tesis** es:

Propiedades antimicrobianas del extracto etanólico de hojas de *Spondias purpurea* L. contra cepas patógenas en la Universidad Nacional San Luis Gonzaga - Ica, 2025.

Presentado por:

ALLCA YARMAS CARMEN YSABEL

Bachiller del nivel **PREGRADO** de la Facultad de **FARMACIA Y BIOQUÍMICA**. El resultado obtenido es 2% por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.

Con Código de Matricula: 20175446

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 26 de enero de 2026

Dr. PEÑA GALINDO JULIO JOSE
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Farmacia y Bioquímica



Propiedades antimicrobianas del extracto etanólico de hojas de *Spondias purpurea* L. contra cepas patógenas en la Universidad Nacional San Luis Gonzaga - Ica, 2025.

Línea de investigación

Salud Pública y Conservación del Medio Ambiente

INFORME FINAL DE TESIS

Bach. ALLCA YARMAS, CARMEN YSABEL

Ica, Perú

2025

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este punto y seguir adelante. De igual manera, a mi madre por brindarme diferentes oportunidades de estudio y enseñarme a ser mejor persona cada día.

También, a mi abuelo y a mi tía por siempre haber cuidado de mí y por brindarme su amor incondicional; a mi familia y amigos cercanos, por su apoyo y cariño durante esta etapa.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor el Q.F. Jaime David Torres Lévano por compartir sus conocimientos, sus recomendaciones y por la dedicación mostrada para poder culminar satisfactoriamente esta tesis.

A la Facultad de Farmacia y Bioquímica, sus docentes y personal administrativo, que durante estos 5 años universitarios nos han brindado sus enseñanzas y una orientación excepcional para formarnos como profesionales y personas de bien, preparadas para los retos que afrontaremos día tras día, a todos y cada uno de ellos les dedico cada una de las páginas de mi tesis.

De la misma manera, agradezco al Blgo. Luis Cartagena Sigvas, quien es director del Centro de Investigación, Capacitación y Asesoría (CICA) por haberme permitido realizar parte del desarrollo de esta tesis en sus instalaciones y por supuesto, por su asesoría y consejos.

INDICE

ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Planteamiento del problema	12
1.2. Formulación del problema.....	12
1.2.1. Problema general	12
1.2.2. Problema específico	12
1.3. Antecedentes de la investigación.....	13
1.3.1. Antecedentes de la investigación internacionales.....	13
1.3.2. Antecedentes de la investigación nacionales	16
1.4. Marco teorico	16
1.4.1. Propiedad antimicrobiana.....	16
1.4.2. Plantas medicinales	17
1.4.3. <i>Spondias purpurea</i> L.....	17
1.4.4. Cepas patógenas.....	20
1.4.5. Métodos para determinar actividad antimicrobiana.....	20
1.4.5.1. Método de difusión por excavación en agar	20
1.4.5.2. Método de dilución	21
1.5. Objetivos de la investigación.....	21
1.5.1. Objetivo general.....	21
1.5.2. Objetivo específico	21
1.6. Hipótesis.....	22
1.6.1. Hipótesis general.....	22
1.6.2. Hipótesis específica.....	22
1.7. Descripción del Contenido Capitular.....	22

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA	24
2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación	24
2.1.1. Tipo de investigación	24
2.1.2. Nivel de investigación.....	24
2.1.3. Diseño de investigación	24
2.2. Población y muestra	24
2.2.1. Población vegetal	24
2.2.1.1. Criterios de inclusión	24
2.2.1.2. Criterios de exclusión.....	24
2.2.1.3. Muestra vegetal.....	24
2.2.2. Población microbiana.....	24
2.3. Variables de la investigación	25
2.3.1. Variable independiente.....	25
2.3.2. Variable dependiente.....	25
2.3.3. Operacionalización de las variables	25
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de la información	26
2.4.1. Técnica: Obtención del extracto etanólico de <i>Spondias purpurea</i> L.	26
2.4.2. Técnica: Secado del extracto etanólico de <i>Spondias purpurea</i> L.	27
2.4.3. Técnica: Identificación fitoquímica del extracto etanólico.....	28
2.4.4. Técnica: Determinación de las características organolépticas.	29
2.4.5. Técnica: Preparación de las diferentes concentraciones (20%,40% y 80%) del extracto etanólico.	29
2.4.6. Técnica: Dilución del cloranfenicol	29
2.4.7. Técnica: Evaluación de la actividad antimicrobiana.	29
2.4.8. Técnica: Medición de los halos de inhibición	31
2.5. Herramientas para el análisis estadístico	31
2.6. Aspectos éticos.....	31
III. RESULTADOS	32
3.1. Objetivo específico 1	32

3.2. Objetivo específico 2.....	32
3.3. Objetivo específico 3.....	34
3.4. Objetivo específico 4.....	36
IV. DISCUSIÓN.....	39
V. CONCLUSIONES.....	41
VI. RECOMENDACIONES	42
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
VIII. ANEXOS.....	48

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de las variables.....	25
Tabla 2: Identificación fitoquímica del extracto etanólico de <i>Spondias purpurea</i> L.	32
Tabla 3: Resultados del método de dilución.....	33
Tabla 4: Resultados de la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI).....	33
Tabla 5: Resultados de la Concentración Mínima Bactericida (CMB).....	33
Tabla 6: Resultados del método de difusión por excavación.....	34
Tabla 7: Promedio del método de difusión por excavación.....	35
Tabla 8: Resultados del Porcentaje de Inhibición Relativa (PIR).....	36
Tabla 9: Resumen del ANOVA	37
Tabla 10: ANOVA.....	37
Tabla 11: Datos para la realización de TUKEY.....	37
Tabla 12: Cuadro de comparación de concentraciones.....	38

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Metodología empleada para la obtención del extracto etanólico.....	27
Figura 2: CMI y CMB del extracto etanólico de hojas de <i>Spondias purpurea</i> L. frente a cepas patógenas.....	34
Figura 3: Porcentaje de Inhibición Relativa (PIR) del extracto etanólico de hojas de <i>Spondias purpurea</i> L.	36
Figura 4: Comparación de concentraciones.....	38

RESUMEN

La resistencia antimicrobiana es un desafío crítico en salud pública que limita la eficacia de los tratamientos convencionales. Con el propósito de explorar alternativas naturales, se evaluaron las propiedades antimicrobianas del extracto etanólico de hojas de *Spondias purpurea* L. frente a cepas patógenas de relevancia clínica: *Streptococcus pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhi* y *Candida albicans*. Se emplearon los métodos de difusión en agar y dilución en caldo para determinar la concentración mínima inhibitoria (CMI) y la concentración mínima bactericida (CMB). El análisis fitoquímico reveló una cantidad abundante de alcaloides y quinonas; una cantidad buena de flavonoides, taninos, compuestos fenólicos y triterpenos y/o esteroides y regular presencia de saponinas. Los resultados mostraron que *S. aureus* y *S. typhi* fueron las más sensibles al extracto, con CMI y CMB de 1.25%; *S. pneumoniae* y *E. coli* presentaron una sensibilidad intermedia con valores de 2.5%; mientras que *C. albicans* fue la más resistente, requiriendo un 20% para inhibir su crecimiento. La correspondencia entre CMI y CMB confirma un efecto microbicida directo. Estos hallazgos respaldan el uso tradicional de *S. purpurea* y evidencian su potencial como fuente de compuestos bioactivos con aplicaciones terapéuticas frente a patógenos resistentes.

Palabras clave: *Spondias purpurea*, actividad antimicrobiana, extracto etanólico, concentración mínima inhibitoria, resistencia bacteriana.

ABSTRACT

Antimicrobial resistance is a major public health challenge that limits the effectiveness of conventional treatments. In order to explore natural alternatives, the antimicrobial properties of the ethanolic leaf extract of *Spondias purpurea* L. were evaluated against clinically relevant pathogens: *Streptococcus pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, and *Candida albicans*. Agar diffusion and broth dilution methods were employed to determine the minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC). The phytochemical analysis revealed an abundant amount of alkaloids and quinones; a good amount of flavonoids, tannins, phenolic compounds and triterpenes and/or steroids and a regular presence of saponins. Results showed that *S. aureus* and *S. typhi* were the most sensitive microorganisms, with MIC and MBC values of 1.25%. *S. pneumoniae* and *E. coli* displayed intermediate sensitivity at 2.5%, while *C. albicans* was the least sensitive, requiring 20% for growth inhibition. The correspondence between MIC and MBC values indicates a direct microbicidal effect. These findings support the traditional use of *S. purpurea* and highlight its potential as a source of bioactive compounds for therapeutic applications against resistant pathogens.

Keywords: *Spondias purpurea*, antimicrobial activity, ethanolic extract, minimum inhibitory concentration, bacterial resistance.

I. INTRODUCCIÓN

La resistencia antimicrobiana constituye una de las principales problemáticas de salud pública del siglo XXI, pues limita la eficacia de los tratamientos convencionales, aumenta la mortalidad asociada y eleva los costos hospitalarios. La Organización Mundial de la Salud (OMS) la ha calificado como una de las diez mayores amenazas sanitarias, advirtiendo que bacterias, hongos y parásitos multirresistentes comprometen los avances terapéuticos alcanzados en las últimas décadas (1). En este contexto, el estudio de compuestos bioactivos de origen vegetal cobra relevancia, ya que las plantas medicinales representan una fuente diversa de metabolitos secundarios con potencial farmacológico para el desarrollo de nuevas terapias antimicrobianas (2).

Dentro de este marco, *Spondias purpurea* L., conocida como “ciruela” o “ciriguela”, se ha empleado tradicionalmente en la medicina popular para tratar diarreas, disenterías, úlceras, fiebre e infecciones cutáneas. Sus frutos son ricos en hidratos de carbono, minerales y vitaminas, mientras que en sus hojas, semillas y corteza se han identificado flavonoides, taninos, compuestos fenólicos, alcaloides y terpenoides, entre los que destacan el β -cariofileno y el α -humuleno, moléculas reportadas con actividad antimicrobiana y antiinflamatoria (3,4).

Diversos estudios respaldan el potencial antimicrobiano de esta especie. Investigaciones realizadas en Brasil y México demostraron que extractos acuosos y etanólicos de hojas de *S. purpurea* poseen actividad inhibitoria frente a bacterias de relevancia clínica como *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Salmonella enterica*, atribuyéndose este efecto a la presencia de fenoles y flavonoides (5,7). Santos et al. (2017) evidenciaron que la infusión de hojas presentó actividad antibacteriana frente a *S. epidermidis*, *S. aureus* y *Klebsiella pneumoniae*, resaltando la necesidad de continuar con estudios fitoquímicos y biológicos (8). Por otro lado, especies afines como *Spondias mombin* han mostrado valores de Concentración mínima inhibitoria (CMI) y la concentración mínima bacteriostática (CMB) muy bajos contra patógenos resistentes, confirmando el potencial del género como recurso medicinal (9).

En el Perú, los reportes acerca de la resistencia antimicrobiana son alarmantes: bacterias como *Neisseria gonorrhoeae*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* y *E. coli* presentan altos niveles de resistencia a antibióticos de primera línea, lo cual complica el manejo de infecciones respiratorias, urinarias y de transmisión sexual. Esta situación plantea la necesidad de validar científicamente especies nativas y de fácil acceso como *S. purpurea*, que podrían convertirse en alternativas terapéuticas coadyuvantes, seguras y económicas.

Por ello, el presente trabajo evaluó las propiedades antimicrobianas del extracto etanólico de hojas de *Spondias purpurea* L. frente a cepas patógenas de importancia clínica (*Streptococcus pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhi* y *Candida albicans*), determinando la concentración mínima inhibitoria (CMI), la concentración mínima bactericida (CMB) y analizando la variación de su actividad en función de la concentración. Con ello, se busca aportar evidencia científica que respalde el uso etnomedicinal de la especie y su potencial aplicación en la lucha contra la resistencia antimicrobiana.

1.1. Planteamiento del problema

La resistencia antimicrobiana representa un problema en expansión que reduce la efectividad de los tratamientos disponibles, ocasionando estancias hospitalarias más prolongadas, mayores gastos en los sistemas de salud y un incremento en la mortalidad (1). En el contexto peruano, se han reportado elevados niveles de resistencia en bacterias responsables de infecciones respiratorias, urinarias y adquiridas en hospitales. Esta situación hace evidente la urgencia de investigar nuevas alternativas de origen natural con potencial actividad antimicrobiana.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuáles son las propiedades antimicrobianas del extracto etanólico de las hojas de *Spondias purpurea* L. frente a cepas patógenas en la Universidad Nacional San Luis Gonzaga - Ica, 2025?

1.2.2. Problemas específicos

- **Problema específico 1**

¿Qué metabolitos secundarios se encuentran en el extracto etanólico de hojas de *Spondias purpurea* L.?

- **Problema específico 2**

¿Cuál es la concentración mínima inhibitoria (CMI) y la concentración mínima bactericida (CMB) del extracto etanólico de hojas de *Spondias purpurea* L. contra cepas patógenas?

- **Problema específico 3**

¿Qué concentración del extracto etanólico de hojas de *Spondias purpurea* L. muestra el mayor Porcentaje de Inhibición Relativa (PIR)?

- **Problema específico 4**

¿Cómo cambia la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de hojas de *Spondias purpurea* L. según la concentración utilizada?

1.3. Antecedentes de la investigación

1.3.1. Antecedentes de la investigación internacionales

Barbosa et al. (10) en el año 2025 en Brasil, realizaron una investigación cuyo propósito fue evaluar el contenido de compuestos bioactivos presentes en las diferentes partes del fruto de *Spondias purpurea* L. (seriguela): cáscara, pulpa y semilla recolectados en distintos estadios de maduración, además de determinar su actividad antioxidante potencial. Para ello aplicaron extracciones con solventes adecuados, seguidas de análisis químicos de fenoles, flavonoides y carotenoides, además de ensayos in vitro (DPPH, ABTS, ORAC) para determinar la capacidad de neutralización de radicales libres. Los resultados mostraron que la concentración de metabolitos varía según la parte del fruto y la madurez, destacando que la cáscara y las semillas de frutos maduros presentaron los valores más altos de fenoles totales (9760,94 mg GAE/100 g PS), flavonoides (1760,22 mg QE/100 g PS), actividad DPPH (361,34 mmol TE/g PS) y ORAC (63,48 mmol TE/g PS). Asimismo, la cáscara de frutos verdes fue rica en β -caroteno (477,03 mg/g PS), ácido cítrico (12,88 mg/100 g PS) y ácido fumárico (11,81 mg/100 g PS). En conjunto, los autores concluyen que *S. purpurea* representa una fuente valiosa de antioxidantes naturales, principalmente en cáscara y semillas, lo que respalda su aprovechamiento en el desarrollo de productos nutracéuticos y funcionales, además de contribuir a la valorización de subproductos que suelen ser descartados.

Santos ÉMD et al. (11) en 2023, Brasil, realizó un estudio con el propósito sistematizar y evaluar críticamente la evidencia científica disponible sobre la composición fitoquímica y las propiedades terapéuticas del género *Spondias*. Para ello, se llevó a cabo una revisión narrativa de literatura especializada indexada en bases de datos internacionales como PubMed, Scopus y Web of Science. Los resultados mostraron que estas especies contienen una amplia diversidad de metabolitos secundarios, entre los que destacan ácidos fenólicos, flavonoides, carotenoides, taninos y terpenos. Dentro de los flavonoides, compuestos como quercetina, rutina e isoquercetina sobresalen por su estrecha relación con potentes actividades antioxidantes. Las investigaciones revisadas evidencian múltiples acciones biológicas, entre ellas efectos antiinflamatorios, antimicrobianos, antivirales, hipoglucemiantes, hepatoprotectores y cicatrizantes, además de su capacidad para modular procesos metabólicos claves. Los ensayos in vitro e in vivo han confirmado la eficacia de extractos de *Spondias* en la neutralización de radicales libres y en la prevención de daños oxidativos. Asimismo, se subraya el alto potencial de industrialización de estas especies en

la elaboración de alimentos funcionales, productos farmacéuticos y cosméticos. El aprovechamiento integral de residuos vegetales como semillas, cáscaras y hojas podría además contribuir a prácticas sostenibles, reduciendo el desperdicio de recursos. En conjunto, el género *Spondias* revela un perfil químico y biológico de gran interés biotecnológico, con un marcado potencial para el desarrollo de aplicaciones científicas y comerciales.

De Oliveira et al. (12) en el año 2022 en Araraquara-Brasil, realizaron un estudio cuyo objetivo fue evaluar la actividad antimicrobiana, antioxidante y la citotoxicidad de *Spondias purpurea* L. Se emplearon extractos etanólicos, hexánicos y diclorometánicos de hojas secas, cuya actividad antimicrobiana se analizó mediante la técnica de microdilución para determinar la CMI frente a bacterias, levaduras y hongos filamentosos. La capacidad antioxidante se midió con el ensayo DPPH y la seguridad de los extractos se verificó en líneas celulares HaCat, J774 y HepG2. Los resultados mostraron ausencia de efecto frente a bacterias a concentraciones de hasta 5 mg/mL, aunque se observó acción fungistática frente a *Candida* y dermatofitos. El extracto etanólico destacó por presentar una elevada actividad antioxidante (88 %) y carecer de citotoxicidad relevante en las células evaluadas. En conclusión, las hojas de *S. purpurea* evidencian potencial para el desarrollo de agentes antifúngicos y antioxidantes seguros, constituyendo una alternativa promisoriosa para futuras aplicaciones farmacéuticas.

Santos ÉMD et al. (13) en 2017, Brasil, realizó un estudio con el objetivo de evaluar la actividad genotóxica, citotóxica y antimicrobiana de la infusión de hojas de *Spondias purpurea* L., donde realizó un estudio observacional con diseño experimental, transversal y cuantitativo. Se determinó que la infusión de las hojas de *S. purpurea* no mostró genotoxicidad contra células de A. cepa, con respecto al índice mitótico, mientras que la infusión de hojas de *S. purpurea* presento actividad antimicrobiana en la prueba de halo de inhibición contra dos bacterias patógenas, *S. aureus* y *E. coli*, y en la prueba CIM demostró actividad antibacteriana para las bacterias. *S. epidermidis*, *S. aureus*, *E. coli*, *S. entérica* serotipo Choleraesuis y *K. pneumoniae* las cuales están presuntamente relacionadas con los metabolitos secundarios como: fenoles, flavonoides, taninos, saponinas y alcaloides, que se encuentran en el té en forma de infusión. Concluyendo, que la especie *S. purpurea* ha demostrado ser una fuente medicinal prometedora, pero se necesitaría más estudios como el aislamiento de metabolitos, estudios fitoquímicos y biológicos para determinar el potencial antimicrobiano y antitumoral.

Queiroga et al. (3) en 2016, Brasil, realizó un estudio que tuvo como objetivo extraer y caracterizar la fitoquímica de los aceites esenciales de *Spondias mombin* L. (Cajá), *Spondias purpurea* L. (Ciriguela) y *Spondias* sp (Cajarana do sertão), el estudio fue de diseño experimental y cuantitativo. Los mayores componentes encontrados en el aceite esencial de Cajá fueron: octadecano (43,51%), heptacosano (21,98%) y hexatriacontano (15,37%); las sustancias predominantes en el aceite de Cajarana do sertão fueron: octadecano (31,5%), indecano (22,53%) y tetraacantano (10,51%), y en Ciriguela, heptacosano (28,80%), nonadecano (19,47%) y tetracosano (17,02%). Entre los terpenos destacamos el β -cariofileno (Cajá e Cajarana do sertão) y el α -humuleno (Ciriguela), concluyendo que *Spondias mombin* L. y *Spondias purpurea* L. por tener poseer el terpeno β -cariofileno, merecen la realización de pruebas *in vitro* para tratar de encontrar posibles inhibiciones con acción antibacteriana; antiflogística; actividad inhibidora de la enzima acetilcolinesterasa y antiparasitaria.

Miranda et al. (14) en 2012, México, realizó un estudio cuyo objetivo fue evaluar la actividad antimicrobiana de extractos de *Psidium friedrichsthalianum* L., *Pterocarpus hayesii* L., *Tynanthus guatemalensis* L. y *Spondias purpurea* L., mediante un estudio de diseño experimental. Se evaluó la actividad antimicrobiana de los extractos etanólico y hexánico de hoja y corteza de guayaba agria (*Psidium friedrichsthalianum* L.), palo de sangre (*Pterocarpus hayesii* L.), chichimecate (*Tynanthus guatemalensis* L.) y ciruela (*Spondias purpurea* L.) contra *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* y *Bacillus cereus* mediante el método de difusión en agar. Se obtuvo como resultado que los extractos que presentaron una Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) igual o menor de 7.50 mg mL⁻¹ contra *B. cereus* fueron los etanólicos de hoja de *P. friedrichsthalianum* y *S. purpurea* y el hexánico de hoja de *T. guatemalensis*, así como el extracto hexánico de corteza de *P. friedrichsthalianum* contra *S. aureus* y *S. typhimurium*. Se concluyó que las especies mencionadas poseen actividad antimicrobiana promisorias y se debería continuar investigando.

Pérez-Portero et al. (15) en 2013, Chile, realizó un estudio cuyo objetivo fue evaluar la actividad antimicrobiana de las hojas de *Spondias mombin* frente a microorganismos de importancia clínica como: *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Candida albicans*. Se empleó un diseño experimental en este estudio, donde se utilizaron las hojas de *S. mombin* para elaborar un extracto, cuyo resultado fue que los extractos ejercen actividad antimicrobiana frente a bacterias de importancia

clínica. Las menores Concentración Mínima Inhibitoria y Mínima Bactericida se obtuvieron para el extracto alcohólico de hojas con valores de 0,004 y 0,039 mg/mL, para *Enterococcus faecalis* mientras que para *Pseudomonas aeruginosa* fueron 0,009 mg/mL de CMI y 0,019 mg/mL para la CMB. Se concluye que *S. mombin* posee capacidad antimicrobiana de importante alcance a la etnomedicina.

1.3.2. Antecedentes de la investigación nacionales

Pérez-Guevara y Motta-Machicado et al. (16) en 2022, Puerto Maldonado - Perú, realizó un estudio con el objetivo de determinar la actividad antibacteriana del extracto de la corteza de la *Spondias mombin* L. (ubos) frente a *Staphylococcus epidermidis*, se realizó un estudio de diseño experimental, donde se preparó el extracto por el método de maceración con etanol al 70% y se evaluó la actividad antibacteriana con el método de difusión en agar con discos, se trabajó las concentraciones al 5%, 15% y 30% del extracto de *Spondias mombin* L., evidenciando la formación de halos inhibitorios de promedio 12,06mm, 13,56mm y 17,79mm, respectivamente, por consecuencia se considera que el extracto al 30% fue el más efectivo. Concluyendo que, a mayor concentración, mayor capacidad inhibitoria frente a *Staphylococcus epidermidis* ATCC 14990.

Tello López y Tuesta Ríos (17) en 2022, Iquitos - Perú, realizó un estudio con el objetivo de determinar los metabolitos secundarios y la actividad inhibitoria de hojas y corteza de *Spondias mombin* linn y de *Alternanthera lanceolata* (benth.) Schinz sobre α - glucosidasa, se realizó un estudio de tipo correlacional y diseño experimental, se valoró los extractos a concentraciones de 100, 250, 500 y 1000 ug/mL y se utilizó como control positivo acarbosa, se obtuvo por resultado que la corteza de *S. mombin* Linn presentó un mayor porcentaje de compuestos fenólicos, alcaloides y saponinas y su actividad inhibitoria fue de IC50 = 898,68 ug en hojas y IC50 = 421,92 ug; en corteza; las hojas de *A. lanceolata* (Benth.) Schinz mostró una IC50=1500,00 ug. En conclusión, el extracto de la corteza de *S. mombin* Linn presentó el mayor porcentaje de inhibición seguido del extracto de las hojas de la misma especie dejando en tercer lugar al extracto de las hojas de *A. lanceolata* (Benth.) Schinz.

1.4. Marco teórico

1.4.1. Propiedad antimicrobiana

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), los antimicrobianos son medicamentos utilizados para prevenir y tratar infecciones en seres humanos, animales y plantas, dentro de ellos se encuentran incluidos los antibióticos, antivirales, anti fúngicos y antiparasitarios. (18)

1.4.2. Plantas medicinales

La OMS define a una planta medicinal como cualquier especie vegetal que contiene sustancias que pueden ser empleadas para propósitos terapéuticos o cuyos principios activos pueden servir de precursores para la síntesis de nuevos fármacos. (19)

1.4.3. *Spondias purpurea* L.

- **Sinonimia botánica:**

Spondia tuberosa, *S. pinnata*, *S. ácida*, *S. novoguineensis*, *S. borbónica*. *S. mombin*.

- **Nombres comunes:**

Ciruella, jocote, ajuelo ciruelo, jobo, ciriguella, seriguella, cironelle, red mombin

- **Familia:**

Anacardiaceae

- **Descripción botánica:**

Árbol que alcanza entre 3 y 15 metros de altura. Presenta hojas compuestas, alternas e imparipinnadas, de 12 a 25 cm de longitud, con pecíolos bien definidos. Las inflorescencias son racimos axilares o caulifloros, de 1 a 10 cm de largo, con pocas flores pediceladas, de tonalidades rojas o rosadas. Sus frutos corresponden a drupas globosas de 1,8 a 3 cm de longitud, que al madurar adquieren colores rojos, anaranjados o amarillos (20).

- **Parte utilizada:**

Fruto, corteza, hojas

- **Hábitat:**

Spondias purpurea L. es una especie propia de regiones tropicales y subtropicales de América, principalmente Mesoamérica, que se desarrolla en climas cálidos y secos. Crece en suelos arenosos o franco-arcillosos bien drenados y puede encontrarse en bosques secos, áreas abiertas, huertos y bordes de caminos, desde el nivel del mar hasta aproximadamente 1 800 m de altitud.

- **Componentes químicos:**

En *Spondias purpurea* se ha identificado una amplia gama de metabolitos secundarios. Entre los compuestos fenólicos se encuentran los ácidos gálicos, clorogénico, cafeico, ferúlico y p-cumárico, junto con taninos hidrolizables y condensados responsables de la astringencia en frutos inmaduros (21). En cuanto a los flavonoides, destacan quercetina, rutina, miricetina, catequina, epicatequina y kaempferol, compuestos asociados a la

actividad antioxidante y antiinflamatoria (22). También se han descrito carotenoides como β -caroteno, luteína y zeaxantina, que explican la coloración rojiza o amarillenta del fruto y aportan actividad provitamina A, reforzada por el contenido de vitamina C, lo que incrementa el potencial antioxidante en conjunto con los polifenoles.

En términos nutricionales, la pulpa contiene azúcares como glucosa, fructosa y sacarosa, además de ácidos orgánicos como el málico y el cítrico, responsables del sabor ácido característico. Asimismo, se han detectado minerales como calcio, fósforo, hierro, magnesio y potasio, lo que contribuye a su valor funcional. Las semillas presentan lípidos y esteroides como β -sitosterol y estigmasterol, mientras que en la cáscara y hojas se han descrito aceites esenciales con terpenoides y compuestos volátiles, entre ellos limoneno y β -cariofileno (23).

- **Acciones farmacológicas:**

La corteza del tallo de *Spondias purpurea* L. presentó el contenido fenólico más elevado, alcanzando $29,81 \pm 1,18$ mg de equivalente de ácido gálico por gramo (GAE mg/g), y demostró una actividad antioxidante superior en el ensayo DPPH con una CI_{50} de $6,20 \pm 1,51$ μ g/mL, superando al ácido ascórbico estándar ($CI_{50} = 11,51 \pm 0,3$ μ g/mL). El análisis por GC-MS de las fracciones en n-hexano de la corteza del fruto y del tallo identificó compuestos predominantes como 9,17-octadecadienal, derivados fenólicos con cadenas alifáticas, ácido n-hexadecanoico, ácido trans-13-octadecenoico y ácido pentadecanoico. Estos hallazgos ofrecen un respaldo científico al uso tradicional de esta especie en la medicina folclórica (24).

Se confirmó actividad antioxidante en el extracto hexánico de hojas de *Spondias purpurea* L., en el cual se identificaron compuestos fenólicos como ácido cafeico y epigallocatequina, además de otros flavonoides (25).

Los extractos etanólico, hexánico y diclorometánico de hojas de *Spondias purpurea* L. no mostraron efecto antibacteriano a concentraciones de hasta 5 mg/mL; sin embargo, presentaron actividad fungistática frente a *Candida* y dermatofitos, siendo el extracto etanólico el más destacado por su eficacia y ausencia de citotoxicidad significativa (26).

El extracto hexánico de hojas (*SpHE*) de *Spondias purpurea* L. mostró un efecto gastroprotector notable, al disminuir de manera significativa el área de lesiones ulcerosas en modelos animales inducidos con HCl/etanol, etanol absoluto y antiinflamatorios no esteroideos, con reducciones que oscilaron

entre 70 % y 93 %. Además, incrementó los niveles de glutatión reducido y disminuyó la expresión de TNF en el tejido gástrico (27).

- **Propiedades medicinales:**

En investigaciones realizadas sobre el género *Spondias* se han reportado múltiples propiedades farmacológicas, entre ellas actividades citotóxicas, hepatoprotectoras, antiinflamatorias, antiartríticas, neuroprotectoras, antidiabéticas, antimicrobianas, así como efectos sedantes y ansiolíticos, entre otras (28).

Un reporte publicado en 2023 describe que distintas partes de las plantas del género *Spondias*, como hojas, cortezas y semillas, presentan actividades biológicas relevantes, entre ellas propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antidiabéticas, antifúngicas y antivirales (29)

- **Contraindicaciones:**

El consumo excesivo puede causar trastornos digestivos por su contenido de taninos, mientras que en pacientes con gastritis o úlceras podría agravar la irritación gástrica. Sus efectos hipoglucemiantes requieren precaución en personas con diabetes bajo tratamiento farmacológico. Además, no se recomienda durante el embarazo y la lactancia por falta de estudios de seguridad, y existe riesgo de reacciones alérgicas en individuos sensibles a otras Anacardiaceae como el mango.

- **Toxicidad:**

En ratas Wistar se analizó la inocuidad del extracto acuoso de hojas (*ALES*) de *Spondias purpurea* mediante pruebas de toxicidad aguda y subcrónica realizadas bajo el método de Lorke y las guías de la OCDE. Los resultados indicaron que la dosis letal media oral (LD_{50}) es superior a 5 000 mg/kg, sin generar variaciones relevantes en peso corporal, órganos ni parámetros hematológicos durante 90 días de administración. Sin embargo, a dosis elevadas se detectaron alteraciones histológicas leves en cerebro, hígado, riñones, pulmones y útero (30).

- **Formas de uso:**

En la medicina popular, la decocción de la corteza de *Spondias purpurea* L. se emplea por sus propiedades astringentes y para detener hemorragias leves, mientras que en comunidades rurales también se aplica de forma tópica sobre heridas y afecciones cutáneas. Las hojas se utilizan en infusión para el tratamiento de trastornos digestivos y, en forma de baños medicinales, para reducir inflamaciones y controlar la fiebre. Asimismo, se han descrito usos

veterinarios, como la administración de infusiones de hojas para tratar episodios de diarrea en animales (31).

- **Posología:**

En el ámbito etnobotánico, la corteza de *Spondias purpurea* L. se prepara en decocción utilizando entre 10 y 20 g de material vegetal por litro de agua, consumiéndose en porciones de 200 a 250 mL hasta dos veces al día para el tratamiento de diarreas y hemorragias leves. Las hojas, por su parte, se emplean en infusiones con 5 a 10 g en 250 mL de agua, ingeridas una o dos veces diarias para aliviar malestares digestivos y fiebre. En cuanto al uso externo, cataplasmas y baños medicinales elaborados con hojas frescas se aplican de forma tópica, aunque sin una dosificación precisa. Asimismo, en medicina veterinaria tradicional se registran infusiones de hojas administradas por vía oral a animales para el manejo de diarrea, aunque sin dosis estandarizadas.

1.4.4. Cepas patógenas

- *Streptococcus pneumoniae* ATCC 6305: Diplococo encapsulado aerobio, Gram positivo y alfa-hemolítico, pueden causar enfermedades como otitis media, neumonía, sinusitis, meningitis, endocarditis, artritis séptica y bacteriemia (32).
- *Staphylococcus aureus* ATCC 29213: Son bacterias Gram positivas en forma de esfera (cocos), que ocasionan infecciones en la piel, neumonía, infecciones de las válvulas cardíacas e infecciones óseas (8).
- *Escherichia coli* ATCC 13216: Son bacterias Gram negativas, aerobias comensales más numerosas del intestino grueso, tienden a causar diarrea e infecciones si invaden sitios estériles (33).
- *Salmonella typhi* ATCC 14028: Es una bacteria Gram negativa causante de la fiebre tifoidea (34).
- *Candida albicans* ATCC 10231: Es un hongo di mórfico, que presenta genoma diploide que provoca infecciones superficiales que afectan la piel, mucosas, uñas y ojos. (35)

1.4.5. Métodos para determinar actividad antimicrobiana

1.4.5.1. Método de difusión por excavación en agar

El método de difusión en pocillos de agar es una técnica ampliamente empleada para evaluar la acción antimicrobiana de extractos vegetales o microbianos. Su procedimiento es semejante al utilizado en la difusión por disco: la superficie del agar se cubre uniformemente con el inóculo microbiano, tras lo cual se perfora de manera estéril un orificio de entre 6

y 8 mm de diámetro, empleando un sacabocados estéril o una punta adecuada. En dicho pocillo se deposita un volumen de 20 a 100 μ L del extracto o agente antimicrobiano en la concentración deseada. Posteriormente, las placas se incuban bajo condiciones apropiadas para el microorganismo en estudio, permitiendo que el agente difunda a través del agar e inhiba el crecimiento de la cepa evaluada (36).

1.4.5.2. Método de dilución

Los métodos de dilución se consideran los más adecuados para establecer la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI), ya que permiten determinar de manera precisa la cantidad del agente antimicrobiano presente en un medio sólido (dilución en agar) o líquido (macrodilución o microdilución en caldo). Tanto las técnicas en agar como en caldo son útiles para evaluar cuantitativamente la actividad antimicrobiana *in vitro* frente a bacterias y hongos. La CMI se define como la menor concentración del agente ensayado capaz de impedir el crecimiento visible del microorganismo y suele expresarse en μ g/mL o mg/L. Existen diversas guías estandarizadas que regulan las pruebas de susceptibilidad antimicrobiana por dilución, tanto en bacterias fastidiosas y no fastidiosas, como en levaduras y hongos filamentosos (37).

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general

Evaluar la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de hojas de *Spondias purpurea* L. frente a cepas patógenas en la Universidad Nacional San Luis Gonzaga - Ica, 2025.

1.5.2. Objetivo específico

- **Objetivo específico 1**

Identificar los metabolitos secundarios que se encuentran en el extracto etanólico de hojas de *Spondias purpurea* L.

- **Objetivo específico 2**

Determinar la concentración mínima inhibitoria (CMI) y la concentración mínima bactericida (CMB) del extracto etanólico de hojas de *Spondias purpurea* L. contra cepas patógenas.

- **Objetivo específico 3**

Establecer la concentración del extracto etanólico de hojas de *Spondias purpurea* L. que muestra el mayor Porcentaje de Inhibición Relativa (PIR).

- **Objetivo específico 4**

Analizar como varía de la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de hojas de *Spondias purpurea* L. según la concentración utilizada.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

El extracto etanólico de las hojas de *Spondias purpurea* L. muestra una actividad antimicrobiana notable contra cepas patógenas que son relevantes en el ámbito clínico.

1.6.2. Hipótesis específica

- **Hipótesis específica 1**

El extracto etanólico de *Spondias purpurea* L., contiene metabolitos secundarios que están relacionados con la actividad antimicrobiana.

- **Hipótesis específica 2**

Hay una conexión entre la concentración del extracto etanólico de *Spondias purpurea* L., y los valores de CMI y CMB en relación con las cepas patógenas.

- **Hipótesis específica 3**

El extracto etanólico de *Spondias purpurea* L., al 80% exhibe el mayor Porcentaje de Inhibición Relativa (PIR).

- **Hipótesis específica 4**

A medida que aumenta la concentración del extracto etanólico de *Spondias purpurea* L., se observa un incremento en la actividad antimicrobiana.

1.7. Descripción del contenido capitular

- En el primer capítulo se abordará todos los aspectos introductorios, como: marco teórico, planteamiento del problema, antecedentes de la investigación, justificación e importancia, objetivos e hipótesis.
- En el segundo capítulo se describirá la estrategia metodológica utilizada para realizar el presente estudio, como: el tipo, nivel y diseño de la investigación, población, muestra, variables de la investigación, técnicas e instrumentos empleados, procedimientos de recolección de datos, herramientas del análisis estadístico y aspectos éticos.
- El tercer capítulo estará constituido por los resultados obtenidos en la investigación expresados como respuesta a cada objetivo planteado.
- En el cuarto capítulo se discutirá e interpretará los resultados obtenidos en la investigación comparándolos con los resultados obtenidos por otros autores.

- En el quinto capítulo observaremos las conclusiones que se han podido alcanzar de acuerdo a los resultados obtenidos.
- En el sexto capítulo se encontrarán las referencias bibliográficas utilizadas para el desarrollo del presente estudio.
- En el séptimo y último capítulo encontraremos los anexos que complementan y sirven de evidencia de la realización de la presente investigación.

II. ESTRATEGIA METODOLOGICA

2.1. Tipo, nivel y diseño de la investigación

2.1.1. Tipo de investigación

- **Aplicada:** Desea solucionar el problema, mediante la intervención de una o más ciencias (38). El presente estudio desea solucionar la problemática de la resistencia antimicrobiana usando el extracto etanólico de las hojas *Spondias purpurea* L. frente a diferentes cepas patógenas.

2.1.2. Nivel de investigación

- **Experimental:** Se manipulará intencionalmente la variable independiente (extracto etanólico de las hojas del *Spondias purpurea* L.), para analizar los efectos sobre la variable dependiente (actividad antimicrobiana in vitro frente a cepas patógenas), usando como control positivo cloranfenicol y clotrimazol; y como control negativo (etanol 96%) (39).

2.1.3. Diseño de la investigación

- **Descriptiva:** Busca especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis, con el fin de establecer su estructura o comportamiento, se busca obtener un panorama más preciso de la magnitud del problema o situación (40).

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población vegetal

Spondias purpurea L. (ciruelo), precedente del huerto de la Sra. Juana Yarmas Rejas, de la región de Ica, provincia de Ica, distrito Santiago, cumple con las condiciones adecuadas para el crecimiento y cuidado de la planta, ya que esta solo requiere de suelos que contengan abundante materia orgánica y agua, debido a que la planta ya ha sido sembrada con muchos años de anterioridad y solo requiere mantenimiento.

2.2.1.1. Criterios de inclusión

Hojas frescas, sana y libres de contaminantes u hongos.

2.2.1.2. Criterios de exclusión

Hojas dañadas, contaminadas o secas.

2.2.1.3. Muestra vegetal

Hojas de *Spondias purpurea* L.

2.2.2. Población microbiana

- *Streptococcus pneumoniae* ATCC 6305
- *Staphylococcus aureus* ATCC 29213

- *Escherichia coli* ATCC 13216
- *Salmonella typhi* ATCC 14028
- *Candida albicans* ATCC 10231

2.3. Variables de la investigación

2.3.1. Variable independiente

Extracto etanólico de las hojas del *Spondias purpurea* L. (ciruelo).

2.3.2. Variable dependiente

Actividad antimicrobiana frente a cepas patógenas.

2.3.3. Operacionalización de las variables

Variabes de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición				
Variable independiente: Extracto etanólico de las hojas de <i>Spondias purpurea</i> L.	Sustancia obtenida de la maceración de la materia prima (<i>Spondias purpurea</i> L.) que contiene una porción concentrada de sus metabolitos.	Identificación botánica	Género y especie	Variable cualitativa nominal				
		Identificación fitoquímica	Reacciones de coloración y/o precipitación					
		Características organolépticas	Color, olor y sabor					
		Dilución del extracto etanólico de las hojas de <i>Spondias purpurea</i> L.	Extracto etanólico de las hojas de <i>Spondias purpurea</i> L. al 80%.	Extracto etanólico de las hojas de <i>Spondias purpurea</i> L. al 40%.	Extracto etanólico de las hojas de <i>Spondias purpurea</i> L. al 20%.	Variable cuantitativa nominal		
							Control positivo: Cloranfenicol	Entre 30 ug y 50 microgramos por mililitro
							Control positivo: Clotrimazol	Concentraciones de 0,5 a 10µg / ml
Variable dependiente:	Actividad que presenta una sustancia para	Método de Difusión en agar	Sensibilidad (mm)	Variable cuantitativa de razón				

Actividad antimicrobiana frente a cepas patógenas.	impedir el crecimiento microbiano	Determinación del porcentaje de inhibición relativa (PIR).	Por porcentaje (%)	
		Concentración mínima inhibitoria (CMI)	mg /mL	

Tabla 1: Operacionalización de las variables

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de la información

2.4.1. Técnica: Obtención del extracto etanólico de las hojas de *Spondias purpurea* L.

- **Recolección de la muestra**

Se recolectaron las hojas de *Spondias purpurea* L. por la mañana, siguiendo el criterio de inclusión. Se pesaron aproximadamente 2kg de hojas, las cuales se colocaron en bolsas elaboradas con papel Kraft para su traslado al laboratorio de Farmacognosia de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad San Luis Gonzaga.

- **Limpieza de la muestra**

Para la limpieza de las hojas del *Spondias purpurea* L., se realizó un lavado con agua potable para eliminar el polvo que pueda tener las hojas y posteriormente se enjuaga con agua destilada para eliminar los minerales que contiene el agua.

- **Secado de la muestra**

Se realizó un secado natural, bajo sombra de las hojas de *Spondias purpurea* L. para ello se usó el papel Kraft, en el cual se colocaron únicamente las hojas, sin estar superpuestas), se colocaron en un lugar donde no este expuesto a la humedad, y el sol; luego se cubrió por una fina tela para evitar el polvo e insectos. El secado de las hojas duró entre 7 a 14 días a temperatura ambiente, para posteriormente realizar el secado completo en estufa a 35C°.

- **Molienda de la muestra**

Con un molino analítico se realizó la molienda de las hojas hasta obtener partes pequeñas de la muestra.

- **Conservación**

Para su conservación se colocó en un frasco de color ámbar con tapa y se etiquetó indicando, nombre de la especie parte utilizada y fecha de almacenamiento.

- **Preparación del extracto etanólico**

La maceración de las hojas de *Spondias purpurea* L., se realizó poniendo 200g de la muestra en un frasco ámbar, los cuales se humedecieron con alcohol de 96°, para posteriormente, agregar 1000ml del alcohol ya mencionado. Se dejó en maceración durante 15 días con agitación diaria.

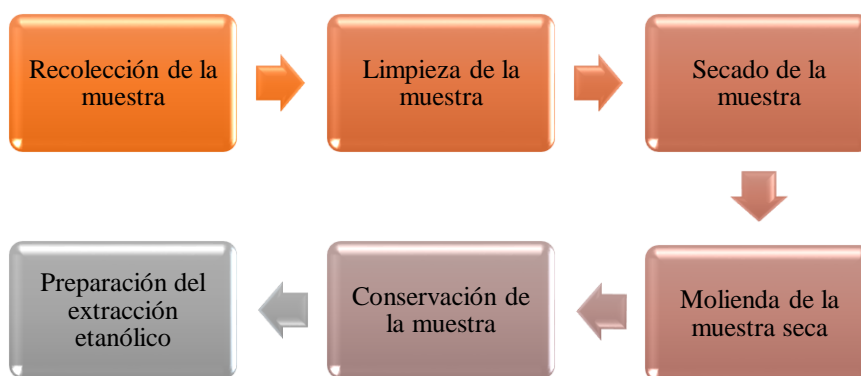


Figura 1: Metodología empleada para la obtención del extracto etanólico

2.4.2. Técnica: Secado del extracto etanólico de *Spondias purpurea* L.

- **Secado del extracto**

Tras el paso de 15 días, se filtró el extracto primero con tela delgada y después con con papel de filtro Whatman en un vaso de precipitado previamente pesado, luego el vaso se colocó a baño maría para la eliminación del solvente (etanol 96°), para luego ser llevado al rotavapor para concentrarlo.

Rendimiento del extracto

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Peso del extracto obtenido}}{\text{Peso de la muestra inicial}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{9.16\text{g}}{200\text{ g}}$$

Rendimiento (%) = 4.58%

Donde:

- El peso del extracto obtenido es el peso del extracto seco después del proceso de extracción.
- El peso de la muestra inicial es el peso de la materia prima (hojas de *Spondias purpurea* L.) utilizada para la extracción.

2.4.3. Técnica: Identificación fitoquímica del extracto etanólico

Para la detección de los metabolitos secundarios presentes en las hojas de *Spondias purpurea* L., se emplearon reacciones de coloración y/o precipitación.

- **Flavonoides:** Se colocó una gota del extracto filtrado con 2 limaduras de Mg + 1 gota de HCL QP (Ácido clorhídrico QP), la reacción positiva al tener una coloración rosada.
- **Taninos:** En una placa excavada se colocó 1 gota del extracto filtrado y luego agregó 2 gotas de gelatina al 1 %, la reacción positiva al aparecer turbidez o precipitado.
- **Alcaloides:** 1 gota del extracto filtrado + HCl (Ácido clorhídrico) al 10%
 - + 1 gota del reactivo Dragendorff, siendo positivo por presentar precipitado naranja.
 - + 1 gota del reactivo Wagner, siendo positivo por presentar precipitado marrón castaño.
 - + 1 gota del reactivo Mayer, siendo positivo por presentar precipitado blanco.
- **Compuestos fenólicos:** 1 gota del extracto concentrado + 1 gota de Cloruro férrico al 5%, evidenciando reacción positiva al tener una coloración intensa azul.
- **Saponinas:** En un tubo de ensayo se colocó 1 mL de extracto filtrado + 2 mL agua destilada agitando vigorosamente durante 1 minuto, la reacción es positiva al formarse sobre la superficie del extracto espuma de más de 2 mm de altura que persista por más de dos minutos.
- **Reacción de identificación de triterpenos y/o esteroides y quinonas:** En un vaso precipitado se agregó 10 mL del extracto concentrado en baño maría a 60°C hasta que la muestra está seca, luego se agregó 2 mL de diclorometano para redissolver y se colocaron en dos tubos de ensayo 1 mL de la muestra:
 - 1er tubo de ensayo: Se realizó la identificación de triterpenos y/o esteroides, con la reacción de Liebermann- Burchard, se agregó 1 mL de anhídrido acético + 2 gotas de ácido sulfúrico QP, dando

reacción positiva de color azul.

- 2do tubo de ensayo: Se realizó la identificación de Quinonas, se le agregó 1 mL de hidróxido de sodio al 5%, se agito, se visualizó dos fases, una acuosa verde y una de precipitación densa, dando como resultado positivo (41).

2.4.4. Técnica: Determinación de las características organolépticas

- **Color:** En un vial se colocó 0.5 mL del extracto etanólico de *Spondias purpurea* L. y se dejó en reposo por 30 minutos y para posteriormente evaluar su color.
- **Olor:** Se evaluó el olor, acercando la nariz y venteando con la palma de la mano para su evaluación.
- **Aspecto:** Se extrajo 1 gota del extracto etanólico y se frotó entre los dedos índice y pulgar para evaluar la textura.
- **Sabor:** Se cogió una gota del extracto etanólico y se llevó a la boca para la evaluación del sabor.

2.4.5. Técnica: Preparación de las diferentes concentraciones (20 %, 40 % y 80 %) del extracto etanólico

- Se pesará 9.16 g del extracto seco y se disolvió con 11,45 ml de alcohol de 96° en el vial 01, lo que representara el 80 % (solución madre), y a partir de este se prepararon los extractos al 40 % y 20 %.
- Diluido el extracto seco al 80% en el vial 01, se retiraron 3ml de la muestra y se depositaron en el vial 02 agregando 3 ml de alcohol de 96°.
- Se agitó el vial 02 y se retiraron 2ml de la muestra al vial 03 y se agregó 2 ml de alcohol de 96°.
- Se obtuvo al final:

Vial 01 → 80% → 8.45ml

Vial 02 → 40% → 6ml

Vial 03 → 20% → 4ml

2.4.6. Técnica: Dilución del cloranfenicol (control positivo)

Se usó de 30 microgramos hasta 50 microgramos de cloranfenicol por mililitro de agua destilada.

2.4.7. Técnica: Evaluación de la actividad antimicrobiana

- **Método de difusión por excavación en agar**

La técnica de difusión en agar, es cualitativa y clasifica sus resultados como: sensible, intermedio o resistente (42). El método consiste en realizar

orificios con la ayuda de un sacabocado sobre la superficie del agar Müller-Hinton dentro de los cuales se depositarán 70µl de los diferentes extractos y selladas con el mismo agar (43).

En este caso primero se realizó la siembra en cada placa con la cepa correspondiente, para posteriormente se hicieron 5 orificios de los cuales 3 fueron para cada concentración del extracto, 1 para el control positivo: cloranfenicol para bacterias y clotrimazol para hongo y el ultimo para el control negativo (alcohol de 96°). Los ensayos se realizaron por triplicado y la evaluación se hizo por medición del diámetro de las zonas de inhibición de crecimiento alrededor de los orificios. La eficiencia del extracto se comparado con el control positivo para así poder calcular el PIR.

- **Método de dilución**

El método de dilución se usará para medir cuantitativamente la actividad in vitro del extracto etanólico de *Spondias purpurea* L. frente a un cultivo microbiano, permitiéndonos determinar la concentración inhibitoria mínima (CMI), la concentración mínima bactericida (MCB) y la concentración mínima bacteriostática (MCB) del extracto etanólico a estudiar.

El presente método consiste en la preparación y rotulación de 05 series de 10 tubos cada una para cada cepa, después se llena con la micro pipeta 0,5 mL de caldo nutritivo los tubos del 02 al 10 de cada serie y luego con la micro pipeta se agregó 0,5 ml del extracto al 80% en el tubo de ensayo 01 y 02. En el tubo 02, con la pro pipeta mezclamos el caldo nutritivo y el extracto aspirando y soltando 5 veces, para finalmente se aspiró 0,5 ml de la mezcla y se colocó en el tubo 03. Este proceso se repite hasta el tubo 09. En el tubo 09, después de mezclar se a aspiró 0,5ml de la muestra y lo desechamos. Finalmente se agregó 0,5 ml del vial de cada cepa según la serie correspondiente diluido a los tubos 01 al 10 y se sellaron todos los tubos con algodón para llevarlos a incubación durante 24 horas a 37°.

Pasadas las 24 horas de incubación, con ayuda de un patrón en la parte inferior de una placa Petri con agar Mueller-Hinton para bacterias y Sabouraud para hongos, dividimos en 10 fracciones iguales desde el borde hasta el centro en forma de triángulo y las enumeramos del 01 al 10 con un plumón indeleble, destapamos el tubo 01 y con un asa de inoculación realizamos el sembrado por estrías en la fracción numero 01 sin llegar a la unión de todos los triángulos, así sucesivamente con los tubos restantes en

la fracción que les corresponda. Una vez terminado el sembrado, tapamos la placa y la llevamos a incubación por 24 horas a 37°, pasadas las 24 horas podemos evidenciar en que fracciones se evidencio crecimiento.

2.4.8. Técnica: Medición de los halos de inhibición

La lectura será realizada mediante la observación directa de los resultados obtenidos de la experimentación, después de 24 a 48 horas de incubación de los cultivos de las diferentes cepas patógenas se utilizará la regla de vernier para medir el diámetro de los halos de inhibición

2.5. Herramientas para el análisis estadístico

Los resultados serán presentados en tablas utilizando el programa Microsoft Excel y las pruebas estadísticas serán realizadas en la técnica de ANOVA (45), además del método Tukey, donde se empleará un nivel de significancia de 0.05.

2.6. Aspectos éticos

La recolección de la muestra vegetal fue sostenible y no causó daño al medio ambiente, ni a la especie recolectada. Los residuos obtenidos de la presente investigación fueron manejados adecuadamente según las normas de eliminación de residuos de cada laboratorio respectivamente para no contaminar el medio ambiente. De igual manera reafirmamos el compromiso de usar las cantidades necesarias del extracto y de la correcta esterilización de los residuos contaminados con las cepas patógenas, con el fin de evitar contaminar el ecosistema y su población.

Los resultados de esta investigación serán auténticos y verídicos en concordancia con los principios y normas de ética y bioética.

III. RESULTADOS

3.1. Objetivo específico 1

Identificar los metabolitos secundarios que se encuentran en el extracto etanólico de hojas de *Spondias purpurea* L.

Metabolito secundarios y/o primarios		Regular (+)	Buena (++)	Abundante (+++)
Flavonoides (Reacción shinoda)			++	
Taninos (Gelatina 1%)			++	
Alcaloides	Dragendorff			+++
	Wagner		++	
	Mayer		++	
Compuestos fenólicos (Cloruro férrico)			++	
Saponinas (Prueba de la espuma)		+		
Triterpenos y/o esteroides (Liebermann-Burchard)			++	
Quinonas (Borntrager)				+++

Tabla 2: Identificación fitoquímica del extracto etanólico de *Spondias purpurea* L.

- **Interpretación:** El extracto presenta una cantidad abundante de alcaloides y quinonas; una cantidad buena de flavonoides, taninos, compuestos fenólicos y triterpenos y/o esteroides y cuenta con regular presencia de saponinas.

3.2. Objetivo específico 2

Determinar la concentración mínima inhibitoria (CMI) y la concentración mínima bactericida (CMB) del extracto etanólico de hojas de *Spondias purpurea* L. contra cepas patógenas.

CEPAS	CONCENTRACIONES									
	1 80%	2 40%	3 20%	4 10%	5 5%	6 2.5%	7 1.25%	8 0.625%	9 0.3125%	10 CN
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>Escherichia coli</i>	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
<i>Salmonella typhi</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>Candida albicans</i>	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+

Tabla 3: Resultados del método de dilución

CEPAS	CMI
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	2.5%
<i>Staphylococcus aureus</i>	1.25%
<i>Escherichia coli</i>	2.5%
<i>Salmonella typhi</i>	1.25%
<i>Candida albicans</i>	20%

Tabla 4: Resultados de la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI)

CEPAS	CMB
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	2.5%
<i>Staphylococcus aureus</i>	1.25%
<i>Escherichia coli</i>	2.5%
<i>Salmonella typhi</i>	1.25%
<i>Candida albicans</i>	20%

Tabla 5: Resultados de la Concentración mínima bactericida (CMB)

- **Interpretación:** El extracto etanólico de hojas de *Spondias purpurea* L. posee eficacia microbicida, porque es capaz de matar los microorganismos a la misma concentración que los inhibe (ya que los valores de CMI y CMB son iguales) frente a las cepas ensayadas, siendo más potente contra bacterias gram positivas como *S. aureus* y gram

negativas como *S. typhi* que frente a la levadura *C. albicans*. Presentó diferente grado de sensibilidad según el microorganismo, siendo las cepas más sensibles al extracto al requerir menores concentraciones, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella typhi*, con una CMI y CMB de 1.25%, indicando una alta efectividad del extracto frente a estos patógenos; luego *Streptococcus pneumoniae* y *Escherichia coli* con una sensibilidad moderada, con una CMI y CMB de 2.5% y finalmente, *Candida albicans* fue menos sensible, requiriendo una concentración del 20% para inhibir y eliminar su crecimiento, mostrando mayor resistencia al extracto.

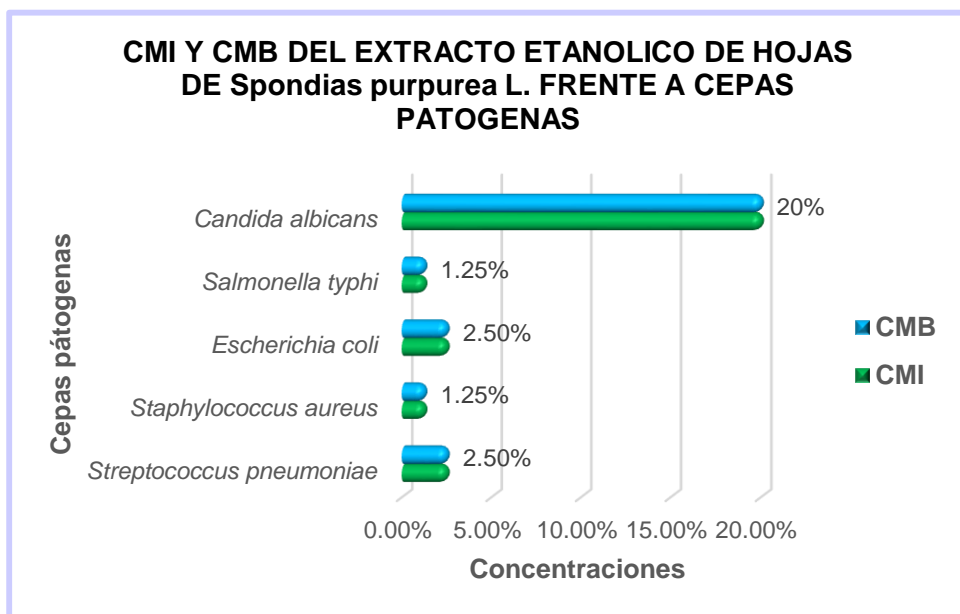


Figura 2: CMI y CMB del extracto etanólico de hojas de *Spondias purpurea* L. frente a cepas patógenas.

3.3. Objetivo específico 3

Establecer la concentración del extracto etanólico de hojas de *Spondias purpurea* L. que muestra el mayor Porcentaje de Inhibición Relativa (PIR).

CEPAS	Extracto al 80%	Extracto al 40%	Extracto al 20%	Control positivo (+)
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	40	35	25	46
	39	34	23	44
	40	34	24	46
<i>Staphylococcus aureus</i>	22	17	13	36
	22	17	14	34
	21	16	13	34

Escherichia coli	24	20	15	38
	23	21	17	38
	25	20	17	40
Salmonella typhi	22	16	10	33
	21	18	12	32
	23	16	12	35
Candida albicans	19	16	12	40
	18	15	14	42
	18	17	11	42

Tabla 6: Resultados del método de difusión por excavación

CEPAS	PROMEDIOS			
	Extracto al 80%	Extracto al 40%	Extracto al 20%	Control positivo (+)
Streptococcus pneumoniae	40	34	24	45
Staphylococcus aureus	22	17	13	35
Escherichia coli	24	20	16	39
Salmonella typhi	22	17	11	33
Candida albicans	18	16	12	41

Tabla 7: Promedio del método de difusión por excavación

Fórmula para obtener el Porcentaje de Inhibición Relativa (PIR)

$$\text{PIR} = \frac{\text{Promedio más alto}}{\text{Promedio control positivo}} \times 100\%$$

CEPAS	PIR
Streptococcus pneumoniae	89%
Staphylococcus aureus	63%
Escherichia coli	62%
Salmonella typhi	67%
Candida albicans	44%

Tabla 8: Resultados del Porcentaje de Inhibición Relativa (PIR)

- **Interpretación:** El extracto etanólico de hojas de *Spondias purpurea* L. presentó mayor Porcentaje de Inhibición Relativa (PIR) a la concentración del 80% para todas las cepas ensayadas; presentando mayor actividad antimicrobiana contra bacterias Gram positivas como *Streptococcus pneumoniae* y *Staphylococcus aureus*, y actividad antimicrobiana moderada contra bacterias Gram negativas como *Escherichia coli* y *Salmonella typhi*; sin embargo, su actividad anti fúngica contra *Candida albicans* es bastante reducida.

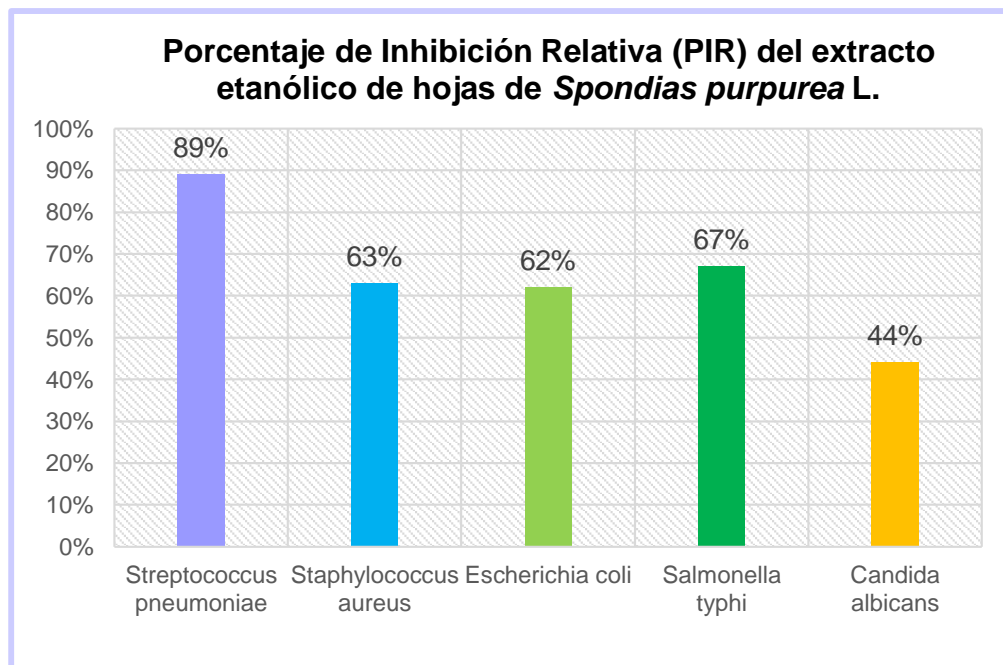


Figura 3: Porcentaje de Inhibición Relativa (PIR) del extracto etanólico de hojas de *Spondias purpurea* L.

3.4. Objetivo específico 4

Analizar como varía de la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de hojas de *Spondias purpurea* L. según la concentración utilizada.

- ANOVA: Análisis de varianza de un factor

RESUMEN				
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
80%	15	377	25.13333333	60.55238095
40%	15	312	20.8	52.02857143
20%	15	232	15.46666667	23.40952381

Tabla 9: Resumen del ANOVA

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	703.3333333	2	351.6666667	7.757896211	0.001357394	3.219942293
Dentro de los grupos	1903.866667	42	45.33015873			
Total	2607.2	44				

Tabla 10: ANOVA

- TUKEY:

Concepto	Fórmula
Media 80%	25.13333333
Media 40%	20.8
Media 20%	15.46666667
MS_Error (tabla ANOVA)	45.33
n (tamaño de grupo)	15
q (Tukey, k=3, gl=42)	3.47
HSD	6.03

Tabla 11: Datos para la realización de Tukey

Fórmula para obtener HSD:

$$\text{HSD} = q \times \sqrt{\text{MSE}_{\text{Error}} / n}$$

$$\text{HSD} = 3.47 \times \sqrt{45.33 / 15}$$

$$\text{HSD} = 3.47 \times 1.738$$

$$\text{HSD} = 6.03$$

• CUADRO DE COMPARACIÓN

Comparación	Diferencia	Mayor que HSD (6.03)	Significativa
80% vs 40%	4.333333333	NO	NO
80% vs 20%	9.666666667	SI	SI
40% vs 20%	5.333333333	NO	NO

Tabla 12: Cuadro de comparación de concentraciones

- **Interpretación:** Solo la comparación del 80% vs 20% del extracto etanólico de hojas de *Spondias Purpurea* L. muestra diferencia significativa.

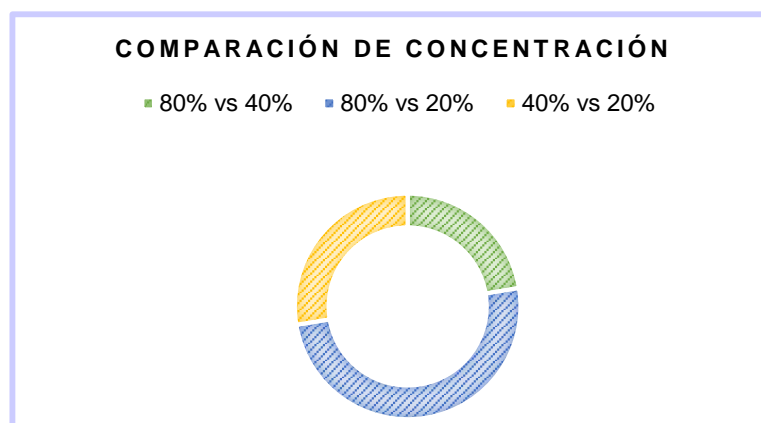


Figura 4: Comparación de concentraciones

IV. DISCUSIÓN

El extracto etanólico de *Spondias purpurea* L. mostró una actividad antimicrobiana significativa frente a bacterias y hongos de importancia clínica, lo que refuerza la validez de su uso en la medicina tradicional. En relación con el objetivo de establecer la concentración mínima inhibitoria (CMI) y la concentración mínima bactericida (CMB), se observó concordancia entre ambas, lo cual sugiere que el extracto ejerce un efecto microbicida directo, más allá de solo inhibir el crecimiento microbiano.

Estos resultados concuerdan con investigaciones previas realizadas en Brasil y México, en las que se reportó la eficacia de los extractos de *S. purpurea* frente a bacterias Gram positivas y Gram negativas. La elevada sensibilidad de *Staphylococcus aureus* y *Salmonella typhi* confirma el potencial del extracto frente a patógenos de relevancia clínica, mientras que la mayor resistencia observada en *Candida albicans* coincide con lo señalado por Oliveira et al. (2022), quienes describieron que la actividad antimicrobiana de esta especie es más pronunciada frente a bacterias que frente a hongos.

En el contexto peruano, donde la resistencia a antibióticos constituye un problema creciente, los hallazgos de este estudio cobran relevancia, ya que aportan evidencia científica sobre el valor de explorar especies nativas como fuentes de nuevos agentes antimicrobianos.

No obstante, es necesario reconocer algunas **limitaciones** del presente trabajo. En primer lugar, los ensayos se desarrollaron únicamente bajo condiciones **in vitro**, lo cual restringe la extrapolación de los resultados a modelos biológicos más complejos. Además, aunque se identificaron metabolitos secundarios a través del tamizaje fitoquímico, no se llevó a cabo el aislamiento ni la caracterización de las moléculas responsables de la actividad observada. A ello se suma la ausencia de pruebas de citotoxicidad en líneas celulares humanas, lo que impide confirmar la seguridad del extracto para potencial uso clínico. Otro aspecto a considerar es que se trabajó con cepas de referencia (ATCC), sin incluir aislados clínicos multirresistentes que podrían ofrecer un panorama más realista sobre su aplicabilidad terapéutica. Finalmente, el rango de concentraciones evaluado, aunque útil para determinar la CMI y la CMB, no exploró intervalos intermedios más precisos que podrían haber permitido una mejor definición de la potencia del extracto.

En conjunto, los resultados obtenidos validan el conocimiento etnomedicinal sobre *S. purpurea* L. y sugieren que esta especie constituye una alternativa promisoriosa en la búsqueda de nuevas herramientas frente a la resistencia antimicrobiana. Sin embargo, se requieren investigaciones complementarias que aborden las limitaciones señaladas, incorporando estudios de aislamiento de metabolitos, ensayos de seguridad y pruebas frente a cepas multirresistentes, con el fin de consolidar su potencial farmacológico.

En resumen, aunque el extracto etanólico de *Spondias purpurea* L. mostró una notable actividad antimicrobiana, el estudio tiene algunas limitaciones que es importante abordar en futuras investigaciones. Es fundamental incluir cepas clínicas multirresistentes, así como aislar y caracterizar los metabolitos activos. Además, realizar pruebas de citotoxicidad será clave para evaluar su seguridad. Igualmente, optimizar las concentraciones y llevar a cabo estudios in vivo ayudará a validar de manera más precisa el potencial terapéutico de esta especie como una alternativa frente a la resistencia antimicrobiana.

V. CONCLUSIONES

1. El extracto etanólico de hojas de *Spondias purpurea L.* contiene metabolitos secundarios como: alcaloides, quinonas, flavonoides, taninos, compuestos fenólicos y triterpenos y/o esteroides lo que respalda su actividad biológica.
2. Este extracto mostró una actividad antimicrobiana notable contra *Staphylococcus aureus* y *Salmonella typhi*, con una concentración mínima inhibitoria (CMI) y una concentración mínima bactericida (CMB) del 1.25%, destacándose especialmente frente a estas bacterias.
3. El mayor Porcentaje de Inhibición Relativa (PIR) se logró con el extracto al 80%, lo que demuestra que la eficacia está relacionada con la concentración utilizada, además demostró ser más eficaz contra bacterias Gram positivas.
4. *Candida albicans* resultó ser la cepa más resistente necesitando un 20% del extracto para frenar su crecimiento.
5. Estos resultados respaldan el uso tradicional de esta especie y sugieren que podría ser una valiosa fuente de compuestos antimicrobianos.

VI. RECOMENDACIONES

1. Llevar a cabo estudios para aislar y caracterizar los metabolitos activos que son responsables de la actividad antimicrobiana.
2. Ampliar la investigación con cepas clínicas multirresistentes para evaluar su aplicabilidad en un contexto real de Salud Pública.
3. Incluir ensayos de citotoxicidad en líneas celulares humanas y modelos animales para determinar la seguridad del extracto.
4. Investigar la sinergia del extracto con antibióticos convencionales como una estrategia para combatir la resistencia bacteriana.
5. Fomentar el uso sostenible de *Spondias purpurea* L., asegurando prácticas de recolección responsable que no comprometan su disponibilidad.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Who.int. Resistencia a los antimicrobianos [Internet]. 2025 [citado el 5 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/es/health-topics/antimicrobial-resistance>
2. Bermúdez A, Oliveira-Miranda MA, Velázquez D. La investigación etnobotánica sobre plantas medicinales: una revisión de sus objetivos y enfoques actuales. Interciencia [Internet]. 2005 [citado 27 ago 2025];30(8):453-9. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442005000800005.
3. Queiroga E, de Oliveira E, Rodrigues H. Extraction and characterization of the essential oils from *Spondias mombin* L. (Cajá), *Spondias purpurea* L. (Ciriguela) and *Spondia* ssp. Afr J Agric Res. 2016;11(2):105–16.
4. Santos R, Santos R, Marisco G. Evaluation of genotoxic activity, cytotoxic and antimicrobial infusion of *Spondias purpurea* L. leaves. Sci Plena [Internet]. 2017 [citado 27 ago 2025];13(3):1-9. Disponible en: <https://www.scienciaplena.org.br/sp/article/view/3172>
5. Miranda-Cruz E, Espinosa-Moreno J, Centurión-Hidalgo DR, Alor-Chávez MD. Actividad antimicrobiana de extractos de *Psidium friedrichsthalianum* L., *Pterocarpus hayesii* L., *Tynanthus guatemalensis* L. y *Spondias purpurea* L. BLACPMA [Internet]. 2012 [citado 27 ago 2025];11(4):354-61. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85623048007>
6. Pérez-Portero Y, Suárez-López F, Camacho-Pozo M, Hung-Guzman B, García-Garrido M, Ross-Mesa A. Actividad de *Spondias mombin* frente a microorganismos de importancia clínica. BLACPMA [Internet]. 2013 [citado 27 ago 2025];12(4):405-12. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85628141008>
7. Pérez-Guevara E, Motta-Machicado LA. Actividad antibacteriana del extracto de la corteza de la *Spondias mombin* L. (ubos) frente a *Staphylococcus epidermidis*. Rev Biodivers Amaz [Internet]. 2022 [citado 27 ago 2025];1(2):e215. Disponible en: <https://revistas.unamad.edu.pe/index.php/rba/article/view/215>
8. Bush LM, Vazquez-Pertejo MT. Infecciones por *Staphylococcus aureus* [Internet]. Manual MSD; 2023 [citado el 25 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.msdmanuals.com/es/hogar/infecciones/infecciones-bacterianas-bacterias-grampositivas/infecciones-por-staphylococcus-aureus>
9. Gob.pe. Resistencia antimicrobiana: la pandemia silenciosa [Internet]. 2025 [citado el 5 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/ins/noticias/1068020-resistencia-antimicrobiana-la-pandemia-silenciosa>

10. Barbosa PF, Guedes TJFL, Rajan M, Nogueira JP, Andrade JKS, Narain N. Extraction of bioactive compounds and potential antioxidant activity of peel, pulp, and seeds of *Seriguela* (*Spondias purpurea* L.) fruit at different maturation stages. *Appl Fruit Sci*. 2025;67:183. doi: [10.1007/s10341-025-01392-w](https://doi.org/10.1007/s10341-025-01392-w)
11. Santos ÉMD, Ataíde JA, Coco JC, Fava ALM, Silvério LAL, Sueiro AC, et al. *Spondias* sp: Shedding light on its vast pharmaceutical potential. *Molecules* [Internet]. 2023 [citado 2025 Ago 30];28(4):1862. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/molecules28041862>
12. de Oliveira TE, Greatti VR, Sorrechia R, Pietro RCLR. Antimicrobial activity: potential of *Spondias purpurea* (Anacardiaceae) against bacterial and fungal species. *J Med Microbiol*. 2022 Sep;71(9). doi: 10.1099/jmm.0.001575. PMID: 36099168.
13. Santos R, Santos R, Marisco G. Evaluation of genotoxic activity, cytotoxic and antimicrobial infusion of *Spondias purpurea* L. leaves. *Sci. Plena* [Internet]. 2017 Jun. 9 [cited 2025 Feb. 2];13(3). Available from: <https://www.scienciaplenua.org.br/sp/article/view/3172>
14. Miranda-Cruz E, Espinosa-Moreno J, Centurión-Hidalgo DR, Velázquez-Martínez JR, Alor-Chávez MD. Actividad antimicrobiana de extractos de *Psidium friedrichsthalianum* L., *Pterocarpus hayesii* L., *Tynanthus guatemalensis* L. y *Spondias purpurea* L. *Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat* [Internet]. 2012;11(4):354-61. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85623048007>
15. Pérez-Portero Y, Suárez-López F, Camacho-Pozo M, Hung-Guzman B, Garcia-Garrido M, Ross-Mesa A. Actividad de *Spondias mombin* frente a microorganismos de importancia clínica. *Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat* [Internet]. 2013;12(4):405-12. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85628141008>
16. Pérez-Guevara E, Motta-Machicado LA. Actividad antibacteriana del extracto de la corteza de la *Spondias mombin* L. (ubos) frente a *Staphylococcus epidermidis*. *Rev Biodivers Amaz* [Internet]. 2022 [citado 2025 Ago 27];1(2):e215. Disponible en: <https://revistas.unamad.edu.pe/index.php/rba/article/view/215>
17. Tello López S, Tuesta Rios KJ. *Metabolitos secundarios y actividad inhibitoria de hojas y corteza de Spondias mombin Linn y hojas de Alternanthera lanceolata (Benth.) Schinz sobre α -glucosidasa* [tesis de licenciatura en Internet]. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana; 2022 [citado 2025 Ago 30]. Disponible en: <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/8474>
18. Who.int. Recuperado el 22 de agosto de 2025, de <https://www.who.int/es/health-topics/antimicrobial-resistance>
19. Bermúdez A, Oliveira-Miranda MA, Velázquez D. La investigación etnobotánica sobre plantas medicinales: una revisión de sus objetivos y enfoques actuales. *Interciencia*

- [Internet]. 2005 [citado el 22 de agosto de 2025];30(8):453–9. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1373833>
20. Centro para Investigaciones en Granos y Semillas (CIGRAS), Universidad de Costa Rica. *Spondias purpurea* L. [Internet]. San José: Universidad de Costa Rica; c2016 [citado 2025 Sep 3]. Disponible en: https://cigras.ucr.ac.cr/phocadownload/Repositorio_mesoamericano/Spondias%20purpurea%20L.pdf
 21. Álvarez-Castillo HA, Rodríguez LA, Ochoa ME. Phytochemical profile and antioxidant potential of *Spondias purpurea* fruits from Central America. *Plants* [Internet]. 2024 [citado 2025 Sep 3];13(2):315. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/plants13020315>
 22. Barbosa JS, Sousa MR, Lima JR, Silva SM. Bioactive compounds and antioxidant capacity in different parts of *Spondias purpurea* L. fruit at various ripening stages. *J Food Biochem* [Internet]. 2025 [citado 2025 Sep 3];49(1):e14783. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jfbc.14783>
 23. Jiménez-Salcedo A, Méndez-Ramos Y. Nutritional and phytochemical characterization of *Spondias purpurea* L. fruits: A promising tropical species. *Food Res Int* [Internet]. 2023 [citado 2025 Sep 3];175:112931. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112931>
 24. Elufioye TO, Berida TI. GC-MS Analysis and Antioxidant Activity of *Spondias purpurea* L (Anacardiaceae). *Pharmacognosy Journal*. 2018;10(5):941-945
 25. de Almeida CLF, da Silva TMS, de Lima GRM, de Souza MFV, da Silva TG, de Lima EO, et al. Bioactivities from *Spondias purpurea* L. (Anacardiaceae): Antioxidant, antimicrobial and cytotoxicity properties. *Pharmacogn Mag*. 2017;13(Suppl 2):S201-S207. doi:10.4103/pm.pm_94_17
 26. Oliveira TE, Greatti VR, Sorrechia R, Pietro RCLR. Antimicrobial activity: potential of *Spondias purpurea* (Anacardiaceae) against bacterial and fungal species. *J Med Microbiol*. 2022;71(9). doi:10.1099/jmm.0.001575
 27. de Almeida CLF, Brito SA, de Santana TI, Costa HBA, de Carvalho Júnior CHR, da Silva MV, de Almeida LL, Rolim LA, Dos Santos VL, Wanderley AG, da Silva TG. *Spondias purpurea* L. (Anacardiaceae): Antioxidant and Antiulcer Activities of the Leaf Hexane Extract. *Oxid Med Cell Longev*. 2017;2017:6593073. doi: 10.1155/2017/6593073. Epub 2017 Oct 26. PMID: 29213351; PMCID: PMC5682066.
 28. Sameh S, Al-Sayed E, Labib RM, Singab AN. Genus *Spondias*: A phytochemical and pharmacological review. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2018;2018:5382904. doi:10.1155/2018/5382904 [PubMedResearchGate](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32111111/)

29. dos Santos ÉM, Ataíde JA, Coco JC, Araújo KAS, da Silva MC, da Silva LC, et al. *Spondias* sp: shedding light on its vast pharmaceutical potential. *Molecules*. 2023;28(4):1862. doi:10.3390/molecules28041862
30. Oluwaiye JOO, Shehu A, Aliyu IM, Kwanashie HO, Anafi SB, Abubakar I. Safety assessment of *Spondias purpurea* aqueous leaf extract (Anacardiaceae): acute and sub-chronic toxicity studies in Wistar rats. *J Curr Biomed Res*. 2023;3(1):741-67. doi:10.54117/jcbr.v3i1.2
31. Gara TY, Daniel AI, Muhammad FM, Ndayako HH. Toxicological studies of aqueous and ethanol leaf extract of *Spondias purpurea* (red plum) in rats. *Clin Phytoscience*. 2021;7:90. doi:10.1186/s40816-021-00331-y
32. Bush LM, Vazquez-Pertejo MT. Infecciones por neumococos [Internet]. Manual MSD versión para profesionales. Manuales MSD; 2023 [citado el 25 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.msmanuals.com/es/professional/enfermedades-infecciosas/cocos-grampositivos/infecciones-por-neumococos>
33. Bush LM, Vazquez-Pertejo MT. Infecciones por Escherichia coli [Internet]. Manual MSD versión para profesionales. Manuales MSD; 2024 [citado el 25 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.msmanuals.com/es/professional/enfermedades-infecciosas/bacilos-gramnegativos/infecciones-por-escherichia-coli>
34. Bush LM, Vazquez-Pertejo MT. Fiebre tifoidea [Internet]. Manual MSD versión para profesionales. Manuales MSD; 2024 [citado el 25 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.msmanuals.com/es/professional/enfermedades-infecciosas/bacilos-gramnegativos/fiebre-tifoidea>
35. INSST. Candida albicans [Internet]. Portal INSST. 2023 [citado el 25 de agosto de 2025]. Disponible en: <https://www.insst.es/agentes-biologicos-basebio/hongos/candida-albicans>
36. Balouiri M, Sadiki M, Ibsouda SK. Methods for *in vitro* evaluating antimicrobial activity: A review. *J Pharm Anal*. 2016 Apr;6(2):71-79. doi: 10.1016/j.jpha.2015.11.005. Epub 2015 Dec 2. PMID: 29403965; PMCID: PMC5762448.
37. Pfaller MA, Sheehan DJ, Rex JH. Determinación de la actividad fungicida contra levaduras y mohos: lecciones aprendidas de las pruebas bactericidas y la necesidad de estandarización. *Clin. Microbiol. Rev*. 2004;17:268–280. doi: 10.1128/CMR.17.2.268-280.2004.
38. Nicomedes E. Tipos de investigación. CORE [internet] [citado el 9 de febrero del 2025]. Recuperado a partir de: <https://core.ac.uk/download/pdf/250080756.pdf>

39. Samaniego G. Enfoque, tipo, diseño y método de investigación [Aclarando conceptos] [internet]. [citado el 9 de febrero del 2025]. Recuperado a partir de: <https://miasesordetesis.com/enfoque-tipo-diseno-metodo-de-investigacion/>
40. Gallardo E, Córdova M. Metodología de la Investigación. 1^{ra} ed. Huancayo: Universidad Continental: © Universidad Continental. 2017. 53p. Recuperado a partir de: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO_UC_EG_MA_I_UC0584_2018.pdf
41. Cuéllar Cuéllar, A., & Miranda Martínez, M. (2001). *Farmacognosia y productos naturales*. Plaza de la Revolución, Cuba: Empresa Editorial Poligráfica Félix Varela.
42. Herrera Marco Luis. Pruebas de sensibilidad antimicrobiana: metodología de laboratorio. Rev. méd. Hosp. Nac. Niños (Costa Rica) [Internet]. 1999 Jan [cited 2025 Feb 10]; 34(Suppl): 33-41. Available from: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1017-85461999000100010&lng=en
43. Pérez A, Rojas J, Rodríguez J, Doncel A, Arrieta I, Martínez A Et al. Evaluación de métodos para medir la actividad inhibitoria de extractos vegetales nativos del departamento de Sucre sobre bacterias y levaduras patógenas. Dialnet [Internet]. 2010 [Consultado el 10 de febrero del 2025]. Recuperado a partir de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3691389>
44. Malbrán C. MIC testing Clinical and laboratory standards institute; 2012. 2p y 18p. Recuperado a partir de: <http://antimicrobianos.com.ar/ATB/wp-content/uploads/2012/11/04-DETERMINACION-DE-LA-SENSIBILIDAD-METODO-DE-DILUCION-2012.pdf>
45. Ortega C. Anova: Qué es y cómo hacer un análisis de la varianza [Internet]. QuestionPro. 2019 [citado el 10 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://www.questionpro.com/blog/es/anova>

VIII. ANEXOS

ANEXO N°1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	<p style="text-align: center;">Variable Independiente</p> <ul style="list-style-type: none"> - Extracto etanólico de las hojas de <i>Spondias purpurea</i> L. (ciruelo). <p style="text-align: center;">Variable Dependiente</p> <ul style="list-style-type: none"> - Actividad antimicrobiana frente cepas patógenas. 	<p style="text-align: center;">TIPO, ENFOQUE, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION</p> <p style="text-align: center;">Tipo de investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicada <p style="text-align: center;">Enfoque de la investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cuantitativo <p style="text-align: center;">Nivel de la investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Experimental <p style="text-align: center;">Diseño de la investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Descriptivo
¿Cuáles son las propiedades antimicrobianas del extracto etanólico de las hojas de <i>Spondias purpurea</i> L. frente a cepas patógenas en la Universidad Nacional San Luis Gonzaga - Ica, 2025?	Evaluar la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de hojas de <i>Spondias purpurea</i> L. frente a cepas patógenas en la Universidad Nacional San Luis Gonzaga - Ica, 2025.	El extracto etanólico de las hojas de <i>Spondias purpurea</i> L. muestra una actividad antimicrobiana notable contra cepas patógenas que son relevantes en el ámbito clínico.		
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS		
¿Qué metabolitos secundarios se encuentran en el extracto etanólico de hojas de <i>Spondias purpurea</i> L.?	Identificar los metabolitos secundarios que se encuentran en el extracto etanólico de hojas de <i>Spondias purpurea</i> L.	El extracto etanólico de <i>Spondias purpurea</i> L., contiene metabolitos secundarios que están relacionados con la actividad antimicrobiana.		

<p>¿Cuál es la concentración mínima inhibitoria (CMI) y la concentración mínima bactericida (CMB) del extracto etanólico de hojas de <i>Spondias purpurea</i> L. contra cepas patógenas?</p>	<p>Determinar la concentración mínima inhibitoria (CMI) y la concentración mínima bactericida (CMB) del extracto etanólico de hojas de <i>Spondias purpurea</i> L. contra cepas patógenas.</p>	<p>Hay una conexión entre la concentración del extracto etanólico de <i>Spondias purpurea</i> L., y los valores de CMI y CMB en relación con las cepas patógenas.</p>		<p>POBLACIÓN <i>Spondias purpurea</i> L. del Departamento de Ica, provincia de Ica y Distrito de Santiago.</p>
<p>¿Qué concentración del extracto etanólico de hojas de <i>Spondias purpurea</i> L. muestra el mayor Porcentaje de Inhibición Relativa (PIR)?</p>	<p>Establecer la concentración del extracto etanólico de hojas de <i>Spondias purpurea</i> L. que muestra el mayor Porcentaje de Inhibición Relativa (PIR).</p>	<p>El extracto etanólico de <i>Spondias purpurea</i> L., al 80% exhibe el mayor Porcentaje de Inhibición Relativa (PIR).</p>		<p>MUESTRA Hojas de <i>Spondias purpurea</i> L.</p>
<p>¿Cómo cambia la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de hojas de <i>Spondias purpurea</i> L. según la concentración utilizada?</p>	<p>Analizar como varía de la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de hojas de <i>Spondias purpurea</i> L. según la concentración utilizada.</p>	<p>A medida que aumenta la concentración del extracto etanólico de <i>Spondias purpurea</i> L., se observa un incremento en la actividad antimicrobiana.</p>		<p>TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS Observación</p> <p>INSTRUMENTOS Hoja de recolección de datos.</p>

ANEXO N°2: Certificación botánica

CERTIFICACIÓN BOTÁNICA

**“AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA
ECONOMIA PERUANA”**

El Blgo. Que suscribe ha determinado que, la muestra biológica presentada por el bachiller en Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” **ALLCA YARMAS, CARMEN YSABEL**, con DNI N°73891743, para su clasificación taxonómica, la misma que pertenece al nombre científico de *Spondias purpurea* L. “ciruelo”, según Sistema de Clasificación de Arthur Cronquist (1988).

REINO: PLANTAE

DIVISIÓN: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: MAGNOLIOPSIDA

ORDEN: SAPINDALES

FAMILIA: ANACARDIACEAE

GÉNERO: *Spondias*

ESPECIE: *Spondias purpurea* L.

N.V. “ciruelo”

Se emite la presente certificación a solicitud del interesado para fines de estudio.


.....
Dr. Miranda Huamán David Máximo


ANEXO N°3: Carta de autorización



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



CARTA DE AUTORIZACION

Vista la solicitud presentada por mesa de partes con numero de **exp. 525 de fecha 12 de febrero del 2025**; del **Bach. ALLCA YARMAS CARMEN YSABEL**, autor del **proyecto de Investigación titulado: "Propiedades antimicrobianas del extracto etanólico de hojas de spondias purpurea L. contra cepas patógenas en la Universidad Nacional San Luis Gonzaga -Ica,2025"** en la cual pide autorización correspondiente para utilizar los ambientes del laboratorio n° LA50; de FARMACOGNOSIA. del Departamento de Ciencias Farmacéuticas, esta Dirección autoriza el uso del mencionado Laboratorio para los fines solicitados debiendo coordinar con el responsable de Inventario del laboratorio la **Dra. JESSICA YOLANDA HUARCAYA ROJAS**; para fijar el horario, correspondiente.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para manifestarle los sentimientos de mi mayor consideración y estima personal.

Atentamente,

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
Departamento de Ciencias Farmacéuticas

Dr. Jaime David Torres Levano
DIRECTOR (d)

ANEXO N°4: Autorización de laboratorio CICA



CENTRO DE INVESTIGACIÓN, CAPACITACIÓN Y ASESORÍA

F.F. 15-01-2016. Urb. Los Viñedos d-21 Ica-Perú.

CICA

EL QUE SUSCRIBE, DIRECTOR DEL “CENTRO DE INVESTIGACIÓN, CAPACITACIÓN Y ASESORÍA” (CICA), otorga la:

AUTORIZACIÓN

A la Srta. **BACH. ALLCA YARMAS, CARMEN YSABEL**, quien ha sido aceptada y autorizada para realizar su tesis en el laboratorio de Microbiología del **CENTRO DE INVESTIGACIÓN, CAPACITACIÓN Y ASESORÍA (CICA)**, entre marzo a julio del 2025, cuyo título es: “**Propiedades antimicrobianas del extracto etanólico de hojas de *Spondias purpurea* L. contra cepas patógenas en la Universidad Nacional San Luis Gonzaga - Ica, 2025**”, a quien se le recomienda cumplir con responsabilidad y dedicación las actividades consideradas en su trabajo para no interferir con las actividades de otros tesisas.

Ica, 10 de febrero de 2025



Blgo. Luis Antonio Cartagena Sigvas
CBP 2434
DIRECTOR del CICA



ANEXO N°5: Recolección de la muestra vegetal



ANEXO N°6: Hojas de *Spondias purpurea* L.



ANEXO N°7: Selección de las hojas de *Spondias purpurea* L.



ANEXO N°8: Secado de las hojas de *Spondias purpurea* L.



ANEXO N°9: Molienda de las hojas de *Spondias purpurea* L.



ANEXO N°10: Peso de la muestra vegetal seca



ANEXO N°11: Preparación y filtración del extracto de hojas de *Spondias purpurea* L.



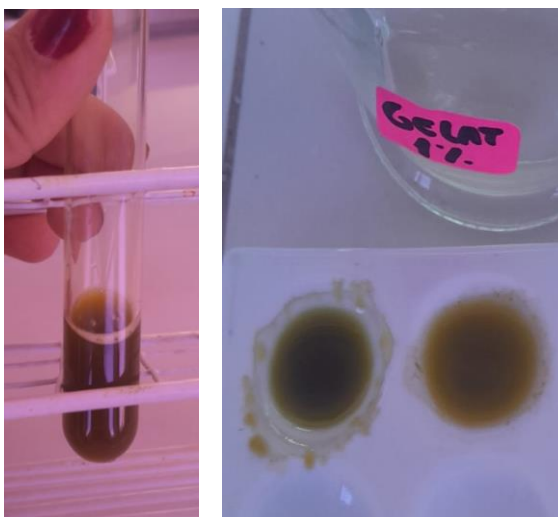
ANEXO N°12: Reacción de flavonoides, compuestos fenólicos y alcaloides



ANEXO N°13: Reacción de identificación de triterpenos y/o esteroides y quinonas



ANEXO N°14: Reacción de identificación de saponinas y taninos.



ANEXO N°15: Secado a rota vapor



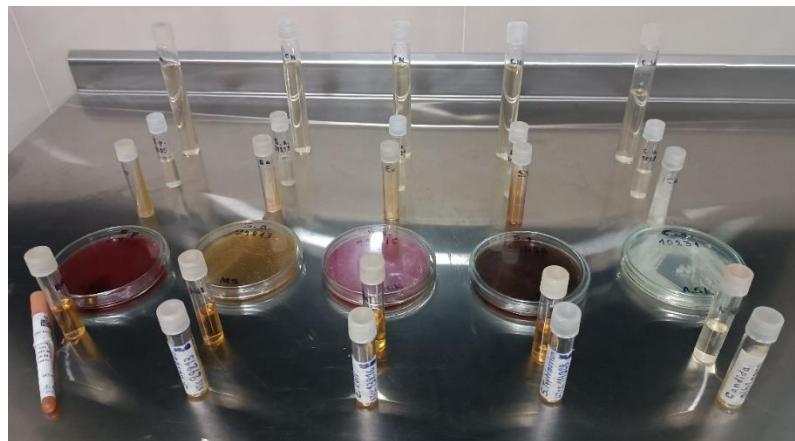
ANEXO N°16: Peso del vaso vacío y con muestra seca



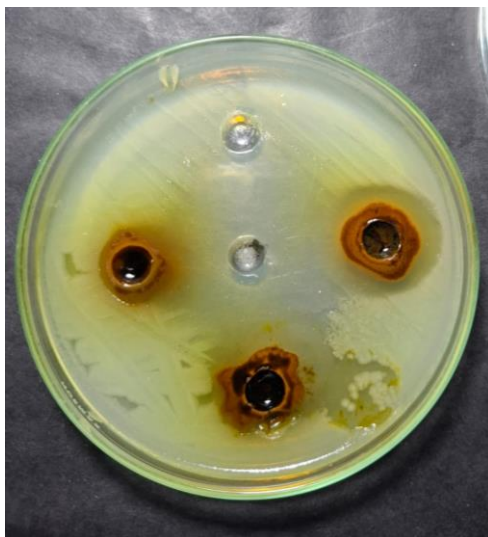
ANEXO N°17: Secado en baño maría

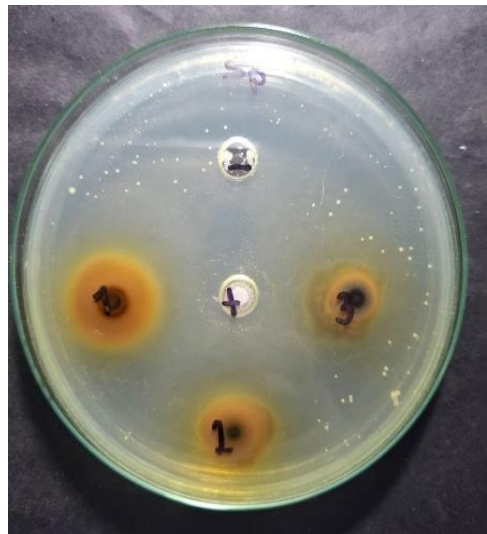
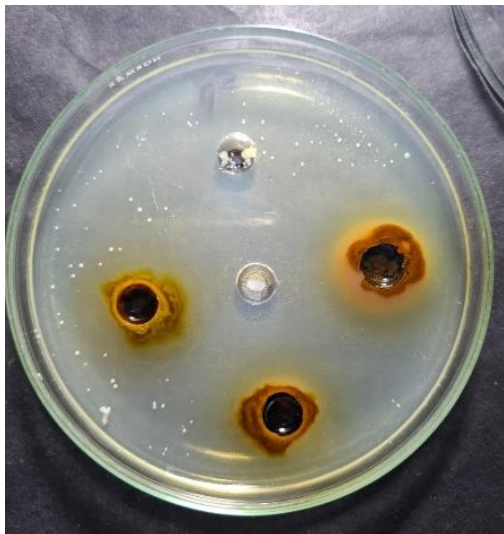
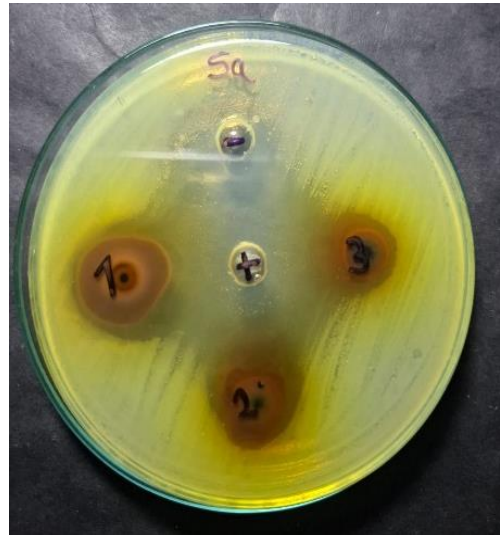
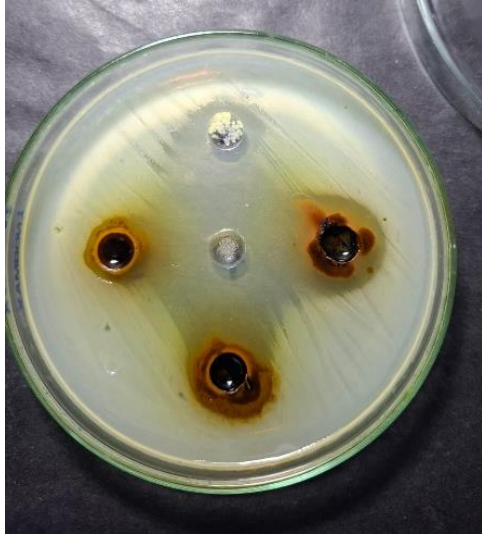


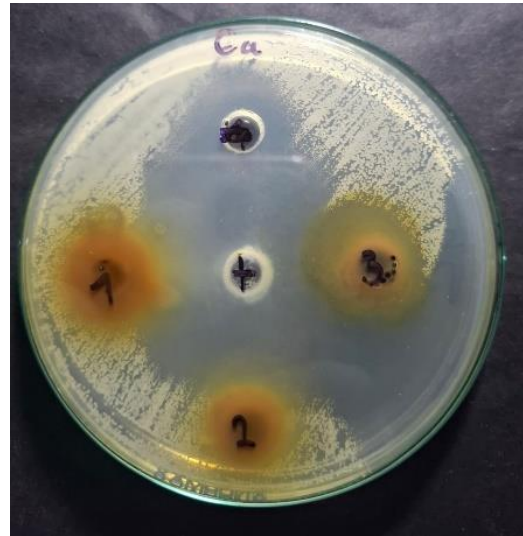
ANEXO N°18: Reactivación de cepas



ANEXO N°19: Resultados del método de difusión por excavación







ANEXO N°20: Método de dilución

