



**UNAP**



**FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**TESIS**

**ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DE FRACCIONES DEL EXTRACTO  
ETANÓLICO DE LA CORTEZA DE *Swartzia polyphylla* (CUMACEBA)  
FRENTE A CEPAS DE *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli***

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
QUÍMICO FARMACÉUTICO**

**PRESENTADO POR:**

**TIFFANI RENGIFO RODRÍGUEZ**

**ASESORES:**

**Ing. REYNA GLADYS CARDENAS VDA. DE REATEGUI, Dra.**

**Blga. JESSY PATRICIA VASQUEZ CHUMBE, Mtra.**

**IQUITOS, PERÚ**

**2024**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°006-2024-CGT-FFyB-UNAP**

En el caserío de Nina Rumi, distrito de San Juan Bautista, departamento de Loreto, a los 19 días del mes de junio del 2024, a horas 10:00, se dio inicio a la sustentación pública de Tesis titulada "ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DE FRACCIONES DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE LA CORTEZA DE *Swartzia polyphylla* (CUMACEBA) FRENTE A CEPAS DE *Staphylococcus aureus* Y *Escherichia coli*" presentado por la bachiller **Tiffani Rengifo Rodríguez**, para optar el Título Profesional de Química Farmacéutica que otorga la Universidad de acuerdo con Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante **Resolución Decanal N°038-2024-FFyB-UNAP**, está integrada por:

- **Q.F. ROSA DEL CARMEN MILUSKA VARGAS RODRÍGUEZ, Dra.**      **Presidente**
- **Q.F. MARIO JAVIER DE LA CRUZ FLORES, Mtro.**                      **Miembro**
- **Blgo. FELIPE RIOS ISERN, Mtro.**    **Miembro**

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: adecuadamente

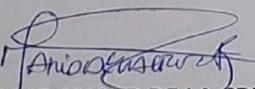
El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

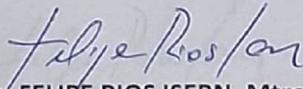
La sustentación pública de la tesis ha sido aprobada con la calificación de Buena

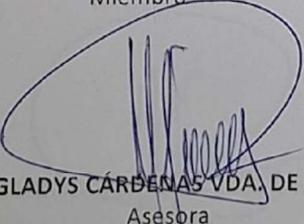
Estando la bachiller apta para obtener el Título Profesional de Química Farmacéutica.

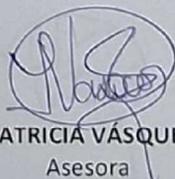
Siendo las 11:00 se dio por terminado el acto académico

  
**Q.F. ROSA DEL CARMEN MILUSKA VARGAS RODRÍGUEZ, Dra.**  
Presidente

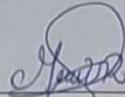
  
**Q.F. MARIO JAVIER DE LA CRUZ FLORES, Mtro.**  
Miembro

  
**Blgo. FELIPE RIOS ISERN, Mtro.**  
Miembro

  
**Ing. REYNA GLADYS CARDENAS VDA. DE REÁTEGUI, Dra.**  
Asesora

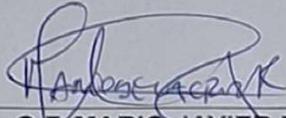
  
**Blga. JESSY PATRICIA VÁSQUEZ CHUMBE, Mtra.**  
Asesora

JURADO Y ASESORES



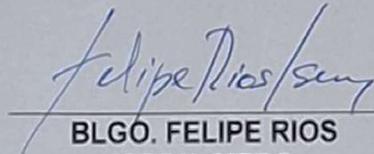
---

Q.F. ROSA DEL CARMEN MILUSKA  
VARGAS RODRIGUEZ, DRA.  
PRESIDENTE



---

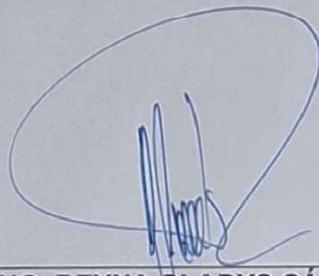
Q.F. MARIO JAVIER DE LA  
CRUZ FLORES, MTRO.  
MIEMBRO



---

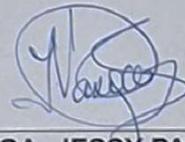
BLGO. FELIPE RIOS  
ISERN, MTRO  
MIEMBRO

ASESORES:



---

ING. REYNA GLADYS CÁRDENAS  
VDA. DE REÁTEGUI, DRA.



---

BLGA. JESSY PATRICIA  
VÁSQUEZ CHUMBE, MGR.

NOMBRE DEL TRABAJO

**FFB\_TESIS\_RENGIFO RODRIGUEZ.pdf**

AUTOR

**TIFFANI RENGIFO RODRIGUEZ**

RECUENTO DE PALABRAS

**7758 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**43469 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**33 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**1.6MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jul 8, 2024 9:47 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jul 8, 2024 9:48 PM GMT-5****● 16% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 15% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

A las personas más importantes en mi vida, mi madre María Eliana Rodríguez Amasifuén, quien estuvo guiándome siempre al camino del bien e hizo lo imposible por sacarme adelante trabajando día a día y poder superarme en la vida. A mi compañero de vida Jhon Klaussen Flores Hernández por estar apoyándome siempre en las decisiones que tomo en la vida, a mi hermano Daniel Del Castillo Rodríguez por ser un ejemplo de perseverancia y superación para mí, por los buenos consejos que siempre me da hasta el día de hoy, también a mi hermana Gladys Rengifo Salas y a su esposo por hacer posible que yo haya ingresado a la universidad y haber estudiado esta hermosa carrera. No obstante, también tengo que agradecer al señor José Luis Rodo por el aprecio a mi persona y que sea posible que se haya ejecutado este proyecto, también agradecer a los docentes de la universidad, que siempre estuvieron dispuestos a apoyarme y brindarme sus conocimientos, sin olvidarme de Dios por guiarme a lo largo de mi vida para hacer las cosas bien.

**TIFFANI RENGIFO RODRÍGUEZ**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, a Dios por la vida y darme la oportunidad de concluir este proyecto.

A nuestros Asesores:

- Al la Ing. Reyna Gladys Cárdenas Vda. De Reategui, Dra; por apoyarme y darme los conocimientos referentes al trabajo y siempre estar ahí con dedicación y esmero.

- A la Blga. Jessy Patricia Vásquez Chumbe, Mgr; por hacer posible la realización de los ensayos del estudio, brindándonos el laboratorio de microbiología.

- Al Ing. Alenguer Gerónimo Alva Arévalo, Dr; por brindarnos el laboratorio, para realizar la obtención de los extractos para nuestro trabajo.

- Al Lic. Alexander Javier Iman Torres, Mgr; por ayudarme de manera desinteresada en la parte microbiológica durante el desarrollo de la ejecución de la parte experimental de mi tesis.

## ÍNDICE

PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO Y ASESORES	iii
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Bases teóricas	5
1.3. Definición de términos	13
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	16
2.1. Formulación de la hipótesis	16
2.2. Variables y su operacionalización	16
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	20
3.1. Diseño metodológico.	20
3.2. Diseño muestral	20

3.3 Procedimientos de recolección de datos	21
3.4 Procesamiento y análisis de datos.	24
3.5 Aspectos éticos	24
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	25
4.1 Rendimiento de extracción	25
4.2 Marcha fitoquímica del extracto bruto de la corteza de <i>Swartzia polyphylla</i> D.C (cumaceba)	26
4.3 Actividad antibacteriana	27
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	29
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	32
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES	33
CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN	34
ANEXOS	40

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación taxonómica	8
Tabla 2: Rendimiento de extracción de extracto bruto y fracciones del extracto etanólico la corteza de <i>Swartzia polyphylla</i> D.C (cumaceba).	25
Tabla 3: Marcha fotoquímica del extracto etanólico de la corteza <i>Swartzia polyphylla</i> D.C (cumaceba).	26
Tabla 4: Actividad antibacteriana de las fracciones del extracto etanólico de la corteza de <i>Swartzia polyphylla</i> D.C (cumaceba) frente a <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923.	27
Tabla 5: Actividad antibacteriana de las fracciones del extracto etanólico de la corteza de <i>Swartzia polyphylla</i> D.C (cumaceba) frente a <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922.	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Corteza de <i>Swartzia polyphylla</i> D.C.	7
Figura 2: Flujograma del proceso de obtención de las fracciones del extracto etanólico corteza de <i>Swartzia polyphylla</i> .	23

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar *in vitro* la actividad antibacteriana de las fracciones del extracto etanólico de la corteza de *Swartzia polyphylla* D.C (cumaceba) frente a cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Escherichia coli* ATCC 25922. La investigación tuvo enfoque cuantitativo de tipo experimental, con diseño factorial con niveles. Se siguió la metodología de disco difusión "Kirby Bauer", utilizando discos de meropenem, ciprofloxacino, gentamicina y vancomicina como controles positivos. Los resultados demuestran que las fracciones A, B, C y D evaluadas frente a *Staphylococcus aureus* a concentración de 1000 mg/mL reportó halos de inhibición en rangos de 15,8 a 16,4 mm que consideran al microorganismo evaluado como sensible, y a concentraciones de 900 y 800 mg/mL las fracciones tienen una actividad antibacteriana intermedio. Frente a *Escherichia coli* ATCC 25922 a concentración de 1000, 900, y 800 mg/mL reportaron una actividad antibacteriana intermedia con halos de 12,8 a 13,7 mm. El estudio concluye que las fracciones del extracto etanólico de la corteza de *Swartzia polyphylla* D.C (cumaceba) presentan actividad antibacteriana frente a los microorganismos evaluados.

**Palabras clave:** Fraccionamiento, Actividad antibacteriana, *Swartzia polyphylla* D.C, kirby Bauer.

## ABSTRACT

The aim of the research was to evaluate in vitro the antibacterial activity of fractions of the ethanolic extract of *Swartzia polyphylla* D.C. (cumaceba) bark against strains of *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 and *Escherichia coli* ATCC 25922. The research had a quantitative experimental approach, with a factorial design with levels. The 'Kirby Bauer' diffusion disc methodology was followed, using meropenem, ciprofloxacin, gentamicin and vancomycin discs as positive controls. The results show that fractions A, B, C and D evaluated against *Staphylococcus aureus* at a concentration of 1000 mg/mL reported inhibition halos in the range of 15.8 to 16.4 mm that consider the microorganism evaluated as sensitive, and at concentrations of 900 and 800 mg/mL the fractions have an intermediate antibacterial activity. Against *Escherichia coli* ATCC 25922 at concentrations of 1000, 900, and 800 mg/mL they reported intermediate antibacterial activity with halos of 12.8 to 13.7 mm. The study concludes that the fractions of the ethanolic extract of *Swartzia polyphylla* D.C. (cumaceba) bark show antibacterial activity against the microorganisms evaluated.

**Keywords:** Fractionation, Antibacterial activity, *Swartzia polyphylla* D.C, kirby Bauer.

## INTRODUCCIÓN

La emergencia sanitaria mundial, que fue particularmente grave en Perú y en la Región de Loreto, provocó el uso excesivo y abusivo de antibióticos (incluida la azitromicina, entre otros). Esto, sumado a los cambios ecológicos producidos por el desarrollo mundial y las adaptaciones de los microorganismos a cualquier medio, ha incrementado la prevalencia de la resistencia bacteriana en el tratamiento de las infecciones (1,2).

Los antibióticos, han desempeñado un papel central en el tratamiento de enfermedades infecciosas. Sin embargo, el uso irracional de los antibióticos ha provocado que los microorganismos cada día generen más resistencia bacteriana (3). Esta tendencia emergente es preocupante y la Organización Mundial de la Salud la considera quizás el problema más urgente que enfrenta la ciencia médica (4).

Por lo mencionado en los párrafos precedentes, ha aumentado el interés mundial por investigar y desarrollar nuevos agentes antimicrobianos de diversas fuentes para combatir la resistencia microbiana (1). Por otro lado, a lo largo de la historia de la humanidad, el aislamiento y la identificación de compuestos y moléculas biológicamente activas de la naturaleza ha llevado al descubrimiento de nuevas terapias, lo que ha impulsado la mejora de los sectores farmacéutico y de salud (5). Las plantas producen diversos compuestos (metabolitos secundarios) durante su vida, como consecuencia de las actividades metabólicas que ocurren en ellas (3).

La Amazonia peruana, considerada el mayor depósito de diversidad biológica del mundo (6), alberga una amplia variedad de especies vegetales que sus habitantes han utilizado con diversos fines desde la antigüedad (7). El conocimiento de la composición química y la actividad farmacológica de estos recursos vegetales ha conducido a un aumento de su utilización a lo largo del tiempo (8). Estudios recientes como el de Atanazov et al (9) y el de Sharma et al (10) muestran el papel fundamental de los recursos vegetales, y como a través de los años la ciencia ha venido descubriendo la infinidad de compuestos bioactivos que estas tienen, a través de procesos de extracción sencillos, como la extracción por maceración etanólica, extractos que son

usado por el poblador amazónico para curar enfermedades estomacales, inflamaciones, etc. (11). El género *Swartzia* según la literatura, presenta flavonoides, flavona, quinonas, triterpenos, lactonas, cumarinas, taninos, entre otros, principios activos que son los posibles causantes por el cual los ancestros lo utilizan en la medicina tradicional como antiinflamatorio, para curar infecciones bacterianas, infecciones por hongos, y hasta como tónico hormonal y afrodisíaco (12).

Hoy en día el estudio de los metabolitos secundarios que tienen las plantas, son estudiados por su gran capacidad para curar y prevenir muchas enfermedades. Debido a eso hay mucho interés en el estudio de estas para validar su importancia química y biológica(1,9,3). Y ante esta elevada prevalencia de la resistencia microbiana surge la necesidad de valorar y rescatar el uso tradicional de plantas medicinales como el *Swartzia polyphylla* (cumaceba) debido a sus moléculas biológicamente activas, la corteza y/o madera se considera antifúngica, antimicrobiana, antirreumática, antiséptica, afrodisíaca y tónica. La planta es rica en flavonoides e isoflavonas. Contiene una cantidad significativa de una isoflavona llamada "biocanina A", el posible compuesto que hace la acción antibacteriana (2).

Sin embargo, existen pocos estudios en la Amazonia Peruana sobre estos recursos en especial de *Swartzia polyphylla* (cumaceba), teniendo como objetivo en ese sentido desarrollar estudios que involucren la actividad antimicrobiana de estas especies vegetales toma mucha importancia el día de hoy, dando de esta forma a la academia y a la industria alternativas diferentes, para usarse en la terapia de enfermedades infecciosas (14).

Por ello, consideramos importante la realización del presente trabajo de tesis, ya que el estudio de las fracciones del extracto etanólico de corteza de *Swartzia polyphylla* (cumaceba) permitirá a la academia contar con datos científicos que contribuirá a la ciencia para seguir estudiándolo, hasta alcanzar en algún momento la producción de algún antibiótico a partir de esta planta, dando opciones al mundo entero de un tratamiento alternativo a los fármacos actualmente utilizados.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes

En un estudio realizado en 2019, se examinó la importancia etnofarmacológica de especies vegetales de la Amazonia peruana probando 81 extractos para determinar su capacidad antibacteriana frente a un panel de bacterias y levaduras sensibles y multirresistentes. Utilizando placas de microevaluación de 5 pocillos, se determinó la concentración mínima inhibitoria (CMI) por microdilución. Los resultados indican que 12 plantas incluyendo *Swartzia polyphylla* presentan actividad antibacteriana (CMI < 0,15 mg/mL) para uno o más de 36 microorganismos. Se ha descubierto que estos extractos incluyen componentes antimicrobianos como alcaloides, taninos, saponinas, aceite esencial y oleoresina (15).

De igual manera en el 2019, estudiaron los componentes químicos y evaluación de la actividad antitumoral de fracciones de *Swartzia oblata*. Mediante Resonancia Magnética Nuclear (RMN), se identificaron compuestos como macrólidos lasiodiplodina y O-metil-lasiodiplodina por primera vez en el género y una mezcla de fitoesteros campesterol y sitosterol. Las estructuras se determinaron utilizando la técnica de espectroscopía, también se realizó el análisis de la actividad tumoral. Los resultados indicaron las fracciones de hexano de cortezas (Concentración efectiva o CE50 = 276±1,2 mg / mL) y madera (Concentración efectiva o CE50 = 230±1,1 mg / mL) como las más activas (16).

En el año 2018, se estudió la actividad biológica de *Swartzia polyphylla* y demostraron su potencial de inhibición de 7 hifas de hongos por el método de difusión en agar. El extracto etanólico mostró un porcentaje de inhibición del crecimiento de 59,5±8,8 mm, 90,5±0,7 mm, 60,9±13,8 mm y 60,4±2,2 mm contra *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus* sp. y *Phomopsis* sp. Respectivamente. Concluyendo que el género *Swartzia* tiene potencial fungicida (17).

En el 2012, se estudió la purificación parcial de inhibidores de la tripsina a partir de semillas de *Caesalpinia ferrea* y *Swartzia polyphylla* y el efecto de los extractos proteicos sobre hongos fitopatógenos *Colletotrichum guaranicola*,

*Corynespora cassiicola*, *Fusarium oxysporum* y *Sclerotium rolfi*. Los extractos de *C. ferrea* y *S. polyphylla* redujeron la esporulación fúngica, pero sólo *C. ferrea* inhibió *S. rolfsii*. Dos extractos inhibieron el crecimiento micelial de *F. oxysporum* y *S. rolfsii*, mientras que *C. guaranicola* sólo fue inhibido por *S. polyphylla* y *C. cassiicola* por *C. férrea*. La investigación concluye que estas especies de leguminosas arbóreas son prometedoras perspectivas fungicidas naturales (18).

En el 2011, una revisión titulada "Plant Polyphenols and their Anticariogenic Properties" (Los polifenoles vegetales y sus propiedades anticariogénicas) presentó los resultados de estudios *in vitro* e *in vivo* sobre los efectos anticariogénicos de los polifenoles en el *Streptococcus mutans*. Según la bibliografía, los polifenoles de *Swartzia polyphylla* pueden afectar directamente a *S. mutans*, interactuar con las proteínas de membrana microbianas para inhibir la adherencia de las células bacterianas a la superficie dental e inhibir la glucosil transferasa y la amilasa. Sin embargo, son necesarias investigaciones *in vivo* e *in situ* para demostrar la eficacia de estas sustancias químicas en la prevención de la caries dental y su aplicabilidad terapéutica. Es crucial conocer la composición y distribución de estos compuestos en nuestra dieta y saber cuál de los cientos de polifenoles tendrá mayor impacto (19).

En el año 2006, realizaron una investigación de la capacidad larvicida, antibacteriana y antifúngica de la corteza de *Swartzia polyphylla* DC. Utilizaron la levadura *Candida albicans* ATCC 90028, así como el hongo *Trichophyton mentagrophytes*, *Microsporium gypseum*, y la bacteria *Mycobacterium tuberculosis*. Como resultado de estos exámenes, *Swartzia polyphylla* DC, utilizaron la metodología de la concentración mínima inhibitoria y difusión en agar; obteniendo resultado de los exámenes, que *Swartzia polyphylla* DC mostró una poderosa acción antimicobacteriana contra el *Mycobacterium tuberculosis* resistente a múltiples fármacos. También inhibió el crecimiento *in vitro* de los dermatofitos *T. mentagrophytes* (20).

Estudio en el 2006, realizaron un estudio donde encontraron dihidrolicoisoflavona, una nueva isoflavonona del fraccionamiento de un extracto etanólico de *Swartzia polyphylla*, el estudio consistió en un ensayo

para la inhibición de la proteína quinasa C, conduciendo al aislamiento de flavonoides conocidos de biocanina A, dihidrobiochanina A, ferreirina, dalbergioidina y naringenina, y una nueva prenilada isoflavanona, dihidrolicoisoilavona (21).

## **1.2. Bases teóricas**

### **1.2.1 Familia *Fabaceae***

Las *Fabaceae* (*Leguminosae*), a menudo denominada familia de los frijoles, las leguminosas o los guisantes, es la tercera familia de plantas más grande después de las *Asteraceae* y las *Orchidaceae* en términos de número de especies de plantas. La familia *Fabaceae* consta de aproximadamente 770 géneros y 19.500 especies registradas en casi todos los idiomas del mundo, excepto la Antártida y el alto Ártico. La investigación ha demostrado que el éxito de la familia a la hora de dominar varios hábitats hospitalarios y perturbados se atribuye a la capacidad de la especie para fijar nitrógeno atmosférico, lo que permite que la especie de planta crezca en suelos pobres en nutrientes. Investigaciones morfológicas y moleculares recientes han respaldado que la familia *Fabaceae* es una familia monofilética (22). Sin embargo, la familia *Fabaceae* se divide en seis subfamilias, a saber, *Caesalpinioideae* (148 géneros y 4400 especies), *Cercidoideae* (12 géneros y 335 especies), *Detarioideae* (84 géneros y 760 especies), *Dialioideae* (17 géneros y 85 especies), *Duparquetioideae*. (género monotípico) y *Faboideae* (503 géneros y 14.000 especies) (23). Los miembros de la familia *Fabaceae* incluyen árboles, arbustos, subarbustos, lianas leñosas, plantas trepadoras anuales, hierbas y plantas acuáticas. Las flores son asimétricas, bilateralmente simétricas o radialmente simétricas y son polinizadas por murciélagos, pájaros e insectos. Las hojas de la mayoría de las especies pertenecientes a la familia *Fabaceae* son compuestas, bicompuestas o trifolioladas, a veces con la base foliar hinchada, un ovario superior y el fruto suele ser una vaina dehiscente, bivalvada, que rara vez se carnosos, pero a veces es indehiscente y ocasionalmente se rompe en segmentos (24).

La mayoría de los miembros de la familia *Fabaceae* son cultural y económicamente importantes en todo el mundo y se utilizan como fuente de

medicinas tradicionales, alimentos, madera, plantas ornamentales de jardín, tintes, fibras, combustibles, gomas e insecticida. El papel desempeñado por las especies de *Fabaceae* en la provisión de servicios y bienes ecosistémicos que apoyan el bienestar y la supervivencia humanos se ha destacado en algunos estudios realizados en diferentes países del mundo. Muchos miembros de esta familia han sido ampliamente estudiados por sus componentes químicos bioactivos, como ácidos fenólicos, flavonoides, lectinas, saponinas, alcaloides y carotenoides. Los estudios farmacológicos han demostrado que algunas especies exhiben potentes actividades anticancerígenas, antioxidantes, antimicrobianas, antiinflamatorias, analgésicas, antiulcerosas, antidiabéticas, antirreumáticas, citotóxicas y antiparasitarias, entre otras. Por lo tanto, evaluaciones fitoquímicas y farmacológicas exhaustivas de algunas de las especies de *Fabaceae* utilizadas pueden conducir al descubrimiento y desarrollo de nuevos productos farmacéuticos, ingredientes alimentarios funcionales y productos cosméticos. A pesar del descubrimiento de varios metabolitos secundarios en las *Fabaceae*, esta familia ha atraído desproporcionadamente poca atención en el contexto de la investigación etnofarmacológica (25,26).

### **1.2.2 Genero *Swartzia***

El género de leguminosas *Swartzia* está muy extendido en la Amazonia, aunque se considera que algunas especies representan endemismos muy restringidos. Las especies de este género ilustran admirablemente tanto el empleo general para los mismos o similares propósitos en extensas áreas del noroeste amazónico como la localización extrema del uso medicinal o tóxico. En vista de la escasez de reportes de usos medicinales y tóxicos de *Swartzia* en Sudamérica, la mención de varias especies en las farmacopeas nativas del noroeste amazónico asume una importancia inusual. El mayor uso de *Swartzia* en la excelente calidad medicinal de la madera de un número de especies. en África, por el contrario, hace un amplio uso de especies de *Swartzia*. Los frutos de *S. madagascariensis* son apreciados en África occidental y oriental como veneno para peces, y en Nigeria se añaden ocasionalmente las raíces a los frutos triturados. *S. madagascariensis* goza de un amplio espectro de usos medicinales: la corteza se utiliza en África

meridional y oriental como remedio contra la diarrea, y las vainas que en Rodesia son un alimento para el ganado como "antídoto contra el veneno": se ingieren tres vainas y semillas, produciendo emesis en una hora. En Bechuanalandia, la corteza y la raíz se emplean con fines medicinales para el hombre y el perro; la hoja se utiliza para combatir el caracol 79 portador del esquistosoma, sin embargo, y se dice que el pericarpio y la semilla tienen propiedades insecticidas, especialmente para las termitas (27–29)

### 1.2.3 *Swartzia polyphylla* D.C

#### 1.2.3.1 Descripción botánica



Figura 1: Corteza de *Swartzia polyphylla* D.C.

Fuente: Propia

Esta familia es tan amplia que dentro de ella se puede encontrar diferentes especies de hierbas, arbusto, lianas, hasta ejemplares de árboles que pueden llegar a una altura de hasta 30 metros, teniendo un metabolismo del nitrógeno elevado, las raíces son muy características, puesto que contienen unos nódulos con unas bacterias fijadoras de nitrógeno (*Rhizobium*), algunas veces con canales secretores o de cavidades (6).

### 1.2.3.2 Clasificación Taxonómica

Tabla 1: Clasificación taxonómica

---

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsidae
Subclase:	Rosidae
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Género:	Swartzia
Especie	polyphylla
N. científico:	Swartzia polyphylla

---

Fuente: Herbs R. Cumaceba - Swartzia polyphylla (12).

### 1.2.3.3 Composición química

Se dice que dentro de la composición química del cumaceba esta presenta, flavonoles, flavonas, isoflavonoides, biochanin, dalbergioidin, dihydrocajanin, dihydrolicoisoflavone, dihydrobiochanin, ferreirin, ferreirinol, formononetin, naringenin, y T-cadinol (12).

### 1.2.3.4 Usos farmacológicos

Los pobladores amazónicos lo utilizan en la medicina tradicional como remedio antirreumático y para la artritis, remedio para los escalofríos, potenciador de la virilidad y restaurador de las parturientas. Trata luxaciones, dolores musculares y/o inflamaciones articulares, es un tónico hormonal femenino y afrodisíaco, y es eficaz contra las infecciones fúngicas, la tuberculosis y otras infecciones respiratorias bacterianas graves (6).

### 1.2.4 Extracción por el método líquido/líquido continuo

Se basa en la distribución de una sustancia entre dos fases líquidas inmiscibles, en las que las sustancias no deben reaccionar, asociarse ni disociarse. Es concebible que ambas fases se saturen mutuamente en alguna ocasión. Cuando se extrae una fase acuosa con una fase orgánica, el agua

disuelta debe eliminarse con una sal inorgánica anhidra, como el sulfato sódico, antes de evaporar el disolvente para recuperar el material extraído. Se pueden utilizar dos variedades de extractores para el fraccionamiento líquido/líquido: uno para disolventes menos densos que el agua y otro para disolventes más densos que el agua. Es ventajoso que el disolvente de fraccionamiento tenga un punto de ebullición bajo para evitar el calentamiento de la solución (30).

### **1.2.5 Actividad antibacteriana**

Los antibiogramas son pruebas de susceptibilidad antimicrobiana y están indicados cuando no se puede predecir la susceptibilidad de cultivos bacterianos clínicamente relevantes (31).

#### **1.2.5.1 Método de Kirby Bauer**

La difusión en disco de Kirby y Bauer se ha establecido como una alternativa a los procedimientos de microdilución en caldo para los laboratorios que carecen de medios para aplicar las modernas tecnologías automatizadas. Cuando se coloca en agar Mueller-Hinton (MH), un disco de papel de filtro de 6 mm tratado con un agente antimicrobiano reconocido absorbe agua instantáneamente. El antibacteriano se difunde en el agar. La concentración antibacteriana es mayor cerca del disco y disminuye logarítmicamente con la distancia porque la difusión a través del agar es más lenta que la eliminación del disco (32). La difusión de antimicrobianos en agar MH depende de la difusión del fármaco, la solubilidad y el peso molecular. Los compuestos con menor peso molecular se dispersan más rápidamente. Estos parámetros determinan el tamaño de la zona de ruptura de un antimicrobiano, que indica la susceptibilidad. Si se inyecta en la placa de agar una suspensión del agente patógeno que se va a examinar antes de colocar los discos, el crecimiento bacteriano y la difusión del compuesto antimicrobiano se producirán simultáneamente, lo que depende del peso molecular, la difusión y la solubilidad del fármaco en el agar MH. Los compuestos con menor peso molecular se dispersan más rápidamente. Estos parámetros determinan el tamaño de la zona de ruptura de un antimicrobiano, lo que indica la susceptibilidad. Si la placa de agar se inyecta con una suspensión del

patógeno que se va a examinar antes de colocar los discos, el crecimiento bacteriano y la difusión del compuesto antimicrobiano se producirán simultáneamente (33).

#### **1.2.5.2 Método de gradiente antimicrobiano**

El método del gradiente antimicrobiano combina el principio de los métodos de dilución con el de los métodos de difusión para determinar el valor de MIC. Se basa en la posibilidad de crear un gradiente de concentración del agente antimicrobiano probado en el medio agar. El Etest® (BioMérieux) es una versión comercial de esta técnica. En el procedimiento se deposita sobre la superficie del agar una tira impregnada con un gradiente de concentración creciente del agente antimicrobiano de un extremo al otro, previamente inoculada con el microorganismo ensayado. Este método se utiliza para la determinación de la CIM de antibióticos, antifúngicos y antimicobacterianos. El valor de MIC se determina en la intersección de la franja y la elipse de inhibición del crecimiento. Es sencillo de implementar; por lo tanto, se utiliza de forma rutinaria para satisfacer las demandas de los médicos. Sin embargo, las tiras Etest® cuestan entre 2 y 3 dólares cada una. Por lo tanto, este enfoque resulta costoso si se prueban numerosos fármacos (34).

#### **1.2.5.3 Método de difusión en pozo de agar**

El método de difusión en pozos de agar se utiliza ampliamente para evaluar la actividad antimicrobiana de plantas o extractos microbianos. De manera similar al procedimiento utilizado en el método de difusión en disco, la superficie de la placa de agar se inocula esparciendo un volumen del inóculo microbiano sobre toda la superficie del agar. Luego, se perfora asépticamente un orificio con un diámetro de 6 a 8 mm con un perforador de corcho estéril o una punta, y se introduce en el pocillo un volumen (20 a 100 µl) del agente antimicrobiano o solución de extracto en la concentración deseada. Luego, las placas de agar se incuban en condiciones adecuadas dependiendo del microorganismo de prueba. El agente antimicrobiano se difunde en el medio agar e inhibe el crecimiento de la cepa microbiana analizada (35).

#### **1.2.5.4 Método de dilución en caldo.**

La microdilución o macrodilución en caldo es uno de los métodos de prueba de susceptibilidad a los antimicrobianos más básicos. El procedimiento implica preparar diluciones dobles del agente antimicrobiano (p. ej., 1, 2, 4, 8, 16 y 32 µg/mL) en un medio de crecimiento líquido distribuido en tubos que contienen un volumen mínimo de 2 mL (macrodilución) o con diluciones más pequeñas volúmenes utilizando una placa de microtitulación de 96 pocillos (microdilución). Luego, cada tubo o pocillo se inocula con un inóculo microbiano preparado en el mismo medio después de la dilución de la suspensión microbiana estandarizada ajustada a la escala de McFarland 0,5. Después de mezclar bien, los tubos inoculados o la placa de microtitulación de 96 pocillos se incuban (principalmente sin agitación) en condiciones adecuadas dependiendo del microorganismo de prueba (36).

#### **1.2.6 Fraccionamiento de extractos**

El fraccionamiento es un proceso de separación de extractos de plantas en varias fracciones. Además, segrega las fracciones en porciones que comprenden varios compuestos. El proceso continúa hasta que se aísla el compuesto puro. Cuando se requieren varios solventes para el fraccionamiento, se deben agregar según el orden de polaridad creciente. Las técnicas de fraccionamiento se clasifican básicamente en método físico o químico (37,38).

##### **1.26.1 Tipos de fraccionamiento.**

**Método del embudo de separación:** Cuando se seleccionan cuatro disolventes diferentes (n -hexano, cloroformo, acetona y n -butanol), el fraccionamiento comienza humedeciendo o disolviendo completamente el extracto crudo con 250 mL de agua. A esto le sigue la transferencia a un embudo de decantación, se agita y se deja reposar. Además, a 250 mL de n-hexano se añadió el disolvente menos polar y se agitó. El contenido puede sedimentarse y se abre el fondo del embudo de decantación para eliminar la capa acuosa. El contenido restante en el embudo de decantación se vertió en un recipiente limpio para obtener la fracción de n -hexano. Se añadió nuevamente un volumen igual de n -hexano, se agitó y se separó. La adición

continuó hasta que después de agregar n-hexano y agitar, no pareció pasar una cantidad razonable de extracto a la porción de n -hexano. Se realizó un ciclo similar para cloroformo, acetona y n-butanol para obtener cloroformo. fracciones de, acetona y n-butanol. La porción restante que queda después del fraccionamiento se denomina fracción acuosa residual (RAF), ya que el extracto crudo se disolvió primero en agua (39).

**Destilación fraccionada:** Este es un proceso de separación o purificación de compuestos de una mezcla. Suele utilizarse en la separación de hidrocarburos como el petróleo crudo, el citral y el eucaliptol. La purificación se consigue en función de las diferencias en sus puntos de ebullición. El aparato de destilación fraccionada está construido de tal manera que cuando se aplica calor, cada compuesto se evapora y se separa en su punto de ebullición. En consecuencia, cada compuesto fraccionado se condensará y recogerá como una entidad separada a través de varios sifones conectados a aparatos de destilación fraccionada (40).

**Cristalización fraccionada:** Una gran cantidad de compuestos que existen naturalmente en los extractos de plantas son de naturaleza cristalina. La separación se logra mediante la formación de cristales durante la concentración de un extracto mediante calor o refrigeración (40).

**Liberación fraccionada:** Este método es adecuado para separar compuestos que pueden formar fácilmente precipitados de la mezcla. El precipitado generalmente se forma cambiando los compuestos a su forma salina. La liberación fraccionada se aplica comúnmente en la purificación de alcaloides de canela (40).

**Sublimación:** Este método implica pasar del estado sólido al gaseoso sin pasar por el estado líquido. Sustancias como el alcanfor y los aceites volátiles cuando se calientan se separan y se convierten directamente en gas (40).

**Técnicas cromatográficas:** Estas son técnicas especiales que se utilizan para separar compuestos de mezclas en función de su tamaño, forma y carga. El concepto de cromatografía implica el uso de una fase móvil, que es el disolvente de extracción, y una fase estacionaria, como gel de sílice y sephadex, mezclados con sulfato de calcio como aglutinante. El gel de sílice

se utiliza para separar aminoácidos, azúcares, ácidos grasos, lípidos y alcaloides. Sephadex es aplicable en aislamiento de proteínas y aminoácidos. El aluminio es útil para separar vitaminas, carotenos, fenoles, esteroides y alcaloides. El polvo de celulosa se utiliza para separar aminoácidos, colorantes alimentarios y alcaloides (41)

**Líquido-líquido continuo:** El principio del fraccionamiento líquido-líquido continuo consiste en un portador de disolvente que contiene la sustancia disuelta deseada. Esta alimentación líquida entra en contacto con un disolvente, que es inmisible o sólo parcialmente miscible con la alimentación líquida. En general, el disolvente tiene una mayor afinidad por el soluto que el portador y el soluto se extrae a la fase disolvente. Para que el contacto sea eficaz, debe crearse una gran superficie interfacial a través de la cual pueda transferirse el soluto hasta que se aproxime al equilibrio. Esto se consigue poniendo en contacto íntimo la mezcla de alimentación y el disolvente. La fase de disolvente cargada de soluto resultante se denomina extracto, mientras que la otra fase líquida se denomina refinado. Cuando se alcanza el equilibrio, la fase se define como fase ideal o teórica, y las condiciones de equilibrio pueden expresarse en términos del factor de extracción (42).

### 1.3. Definición de términos

- ❖ **Actividad antibacteriana:** La actividad antimicrobiana se refiere al proceso de matar o inhibir los microorganismos causantes de enfermedades (43).
- ❖ **Agentes antimicrobianos** Los agentes antimicrobianos pueden ser antibacterianos, antifúngicos o antivirales. Todos ellos tienen diferentes modos de acción por los que actúan para suprimir alguna infección (43).
- ❖ **Antibiograma:** El antibiograma es una herramienta importante para profesionales sanitarios implicados en la prescripción de antibióticos empíricos para presuntas infecciones bacterianas, ya que muestra los resultados de pruebas de susceptibilidad a antibióticos(44).
- ❖ **Difusión en agar:** El ensayo de difusión en agar es un método para cuantificar la capacidad de los antibióticos para inhibir el crecimiento

bacteriano. La interpretación de los resultados de este ensayo se basa en el análisis dependiente del modelo, que se basa en la suposición de que los antibióticos se difunden libremente en el medio de nutrientes sólidos.(45).

- ❖ **Dimetilsulfóxido o DMSO:** Es un líquido transparente, entre incoloro y amarillento, con un olor y sabor amargos característicos. Es soluble en agua, etanol, acetona, éter dietílico, benceno y cloroformo y es un buen disolvente para compuestos insaturados, nitrogenados y aromáticos; los alifáticos saturados son esencialmente insolubles en él. El DMSO no debe utilizarse con agentes oxidantes o reductores fuertes y, debido a su propiedad higroscópica, debe conservarse en recipientes herméticos (46).
- ❖ **Extracto madre:** Es el extracto obtenido por maceración etanólica (47).
- ❖ **Fase logarítmica de crecimiento:** Es un período de crecimiento de un cúmulo de células en un medio de cultivo. Durante esta fase, hay un aumento exponencial en el número indicado por un tramo de la curva de crecimiento. Esta sección es un segmento de línea recta cuando el logaritmo de números se traza en función del tiempo (48).
- ❖ **Fracciones del extracto etanólico:** Fracciones obtenidas del extracto etanólico, utilizando el método líquido/líquido (47).
- ❖ **Halos de inhibición:** Son los diámetros medidos con una regla vernier, que se encuentran alrededor de cada disco sometido a prueba de sensibilidad, y su interpretación es basada en las guías que fueron publicadas por la NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standards) (49).
- ❖ **Prueba de sensibilidad antibacteriana:** Ensayo realizado para detectar posibles resistencias a los medicamento en microorganismos patógeno (45).
- ❖ ***Swartzia polyphylla*:** La cumaceba es una planta perteneciente a la familia *Fabácea*, actualmente es considerada por los pobladores amazónicos como afrodisiaco; asimismo las personas lo usan para detener infecciones de hongos, y bacterias; así también como

antigripal, para el reumatismo, desordenes femeninos, tuberculosis, y otras infecciones respiratorias bacterianas (6).

## **CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### **2.1. Formulación de la hipótesis**

Las fracciones del extracto etanólico de la corteza *Swartzia polyphylla* (cumaceba) presentan actividad antibacteriana *in vitro* frente a cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, y *Escherichia coli* ATCC 25922.

### **2.2. Variables y su operacionalización**

#### **2.2.1 Variables**

##### **2.2.1.1 Variable independiente:**

- ✓ Fracciones del extracto etanólico de la corteza de *Swartzia polyphylla* D.C (cumaceba).

##### **2.2.1.2 Variable dependiente:**

- ✓ Actividad antibacteriana.

## 2.2.2 Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Tipo	Indicadores	Escala de medición	Categorías	Valores de las categorías	Medio de verificación
<b>Variable Independiente</b>							
Fracciones del extracto etanólico de <i>Swartzia polyphylla</i> (Cumaceba).	Producto obtenido del extracto de la corteza de <i>Swartzia polyphylla</i> (Cumaceba)	Cualitativa	Fracción "A" Fracción "B" Fracción "C" Fracción "D"	Ordinal	-	-	✓ Hoja procedimiento de método de fraccionamiento
<b>Variable dependiente</b>							
Actividad antibacteriana	Es la acción de un determinado compuesto, de destruir, inactivar, o inhibir el crecimiento bacteriano,	Cuantitativa	Halos de inhibición	Nominal	- Sensible - Intermedio - Resistente	≥ 15 mm 13 – 14 mm ≤ 12 mm	✓ Ficha de reporte de resultados

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1 Diseño metodológico.

El tipo de investigación fue descriptivo, experimental y transversal.

- Es **descriptivo**, porque se describieron las variables en estudio.
- Es **experimental**, porque las variables independientes fueron manipuladas, para buscar una respuesta a la variable dependiente.
- Es **transversal**, porque los datos fueron recolectados en un determinado tiempo.

Se utilizó un diseño factorial completamente aleatorizado con dos variables, F1 con cuatro niveles y F2 con uno. Todos los tratamientos tuvieron tres repeticiones. El fraccionamiento líquido/líquido continuo produjo fracciones del extracto etanólico de la corteza de la planta.

F1 = Fracciones del extracto etanólico

Primer nivel = Fracción "A"

Segundo nivel = Fracción "B"

Tercer nivel = Fracción "C"

Cuarto nivel = Fracción "D"

F2 = Actividad antibacteriana

A = Difusión en disco Kirby bauer

En ese sentido se realizó  $4 \times 1 = 4$  tratamientos  $\times 3$  repeticiones = 12 experimentos.

### 3.2 Diseño muestral

#### 3.2.1 Población de estudio

La población para esta investigación fue el conjunto de plantas de *S. polyphylla* (cumaceba), que se encuentran en el Centro Experimental de Plantas Medicinales (Jardín Botánico Arboterum) de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la UNAP. La población bacteriana estuvo conformada por

cepas de los microorganismos *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Escherichia coli* ATCC 25922.

### **3.2.2 Tamaño de la población de estudio**

Como muestra se utilizó 3 kilogramos de corteza de *S.polyphylla* (cumaceba) para obtener el extracto bruto.

### **3.2.3 Selección de la muestra**

Las fracciones del extracto etanólico serán obtenidas por el método de fraccionamiento líquido/líquido continuo.

### **3.2.4 Criterios de selección**

#### **3.2.4.1 Criterios de inclusión**

- ❖ Cortezas de *S. polyphylla* (cumaceba), que fueron identificados taxonómicamente por un botánico, y que se encontraron libres de algún agente extraño.
- ❖ Se utilizaron bacterias en fase logarítmica de crecimiento (dentro de 18 a 24 horas de incubación).

#### **3.2.4.2 Criterios de exclusión**

- ❖ Se excluyeron las cortezas que presentaron algún agente extraño como hongos, parásitos, etc.
- ❖ Extractos madres, que se encontraron contaminados por agentes externos, fueron excluidos del proceso de fraccionamiento.
- ❖ Las cepas que se encontraron dentro de la fase logarítmica, pero que morfológicamente no presentaban las características de las bacterias a utilizar.

## **3.3 Procedimientos de recolección de datos**

### **3.3.1 Técnicas**

La técnica que se utilizó para la obtención del extracto fue el método de maceración, utilizando como solvente el etanol a una concentración de 96°; asimismo el fraccionamiento se realizó a partir del extracto etanólico, por el método de fraccionamiento líquido/líquido, como se muestran en la figura 2.

### 3.3.2 Instrumentos

Los equipos para la recolección de datos fueron calibrados, y se utilizaron equipos como balanza analítica, rotavapor, fioles, embudos, matraz de Erlenmeyer, balones de destilación, incubadoras, lectoras de colonias, gradillas, entre otras.

Asimismo, los reactivos que se utilizaron fueron el ácido clorhídrico (HCl), etanol (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O), sulfato de sodio anhidro (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), hidróxido de sodio (NaOH), agar Muller-Hinton, caldo Muller-Hinton, agar nutritivo, y discos de antibiótico Gentamicina, ciprofloxacino, meropenem, y vancomicina.

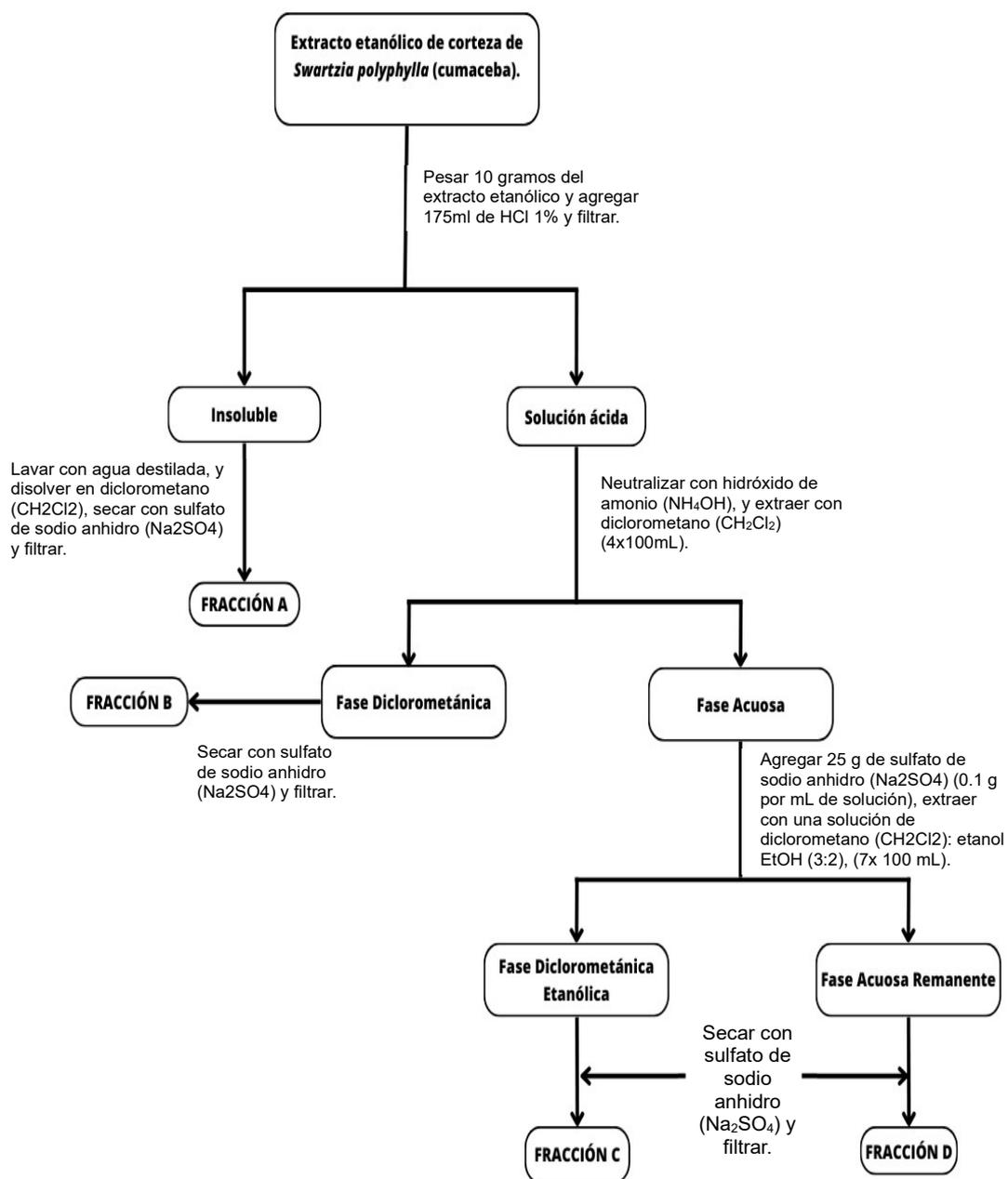
### 3.3.3 Procedimientos experimentales

#### 3.3.3.1 Obtención del extracto etanólico y de las fracciones

El extracto bruto se obtuvo por maceración, donde la corteza seca de *Swartzia polyphylla* (cumaceba) fue reducida a partículas pequeñas con ayuda de un cuchillo de mesa, posterior a ello se pesaron 3 Kg de corteza, y se colocó en un frasco de vidrio con 3 litros de etanol de 96° como solvente, luego se cerró el frasco y se selló con Parafilm, para dejarlo macerar por 7 días. Pasado los 7 días de maceración, la solución obtenida, fue filtrada con ayuda de un embudo de vidrio, el solvente fue recuperado utilizando un rotavapor a 40°C. Para fraccionar el extracto etanólico de la corteza de *Swartzia polyphylla* (cumaceba), se siguió la metodología líquido/líquido continuo (figura 2), donde se pesaron 10 gramos del extracto etanólico (extracto bruto) y se diluyó en 175 mL de ácido clorhídrico (HCl) al 1%, y se filtró la solución, obteniendo una fase insoluble y una solución ácida, obteniendo la **fracción "A"**, de la fase insoluble, se enjuagó con agua destilada y se disolvió en diclorometano (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>), posterior a ello se filtró y se secó con sulfato de sodio anhidro (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Por otra parte, la solución ácida obtenida del procedimiento anterior se neutralizó con hidróxido de amonio (NH<sub>4</sub>OH), y se extrajeron los metabolitos utilizando diclorometano (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>), lavando 4 veces a cantidad de 100mL de diclorometano por cada lavado, obteniendo de esa manera una fase diclorometánica, y una fase acuosa, a la fase diclorometánica se le secó con sulfato de sodio anhidro (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), y se filtró obteniendo la **fracción "B"**; a la fase acuosa se le añadió 25 gramos de sulfato de sodio anhidro (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) (0,1

g/mL), y se extrajeron los compuestos activos con una solución diclorometano ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ):etanol (EtOH) en una proporción 3:2, lavando 7 veces con 100 mL de solución cada lavada, obteniendo dos fases, una fase diclorometánica etanólica y una fase acuosa remanente, ambas fases fueron secadas con sulfato de sodio anhidro ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), para posterior filtración, obteniendo la **fracción "C"** y **fracción "D"**, respectivamente (30).

Figura 2: Flujoograma del proceso de obtención de las fracciones del extracto etanólico corteza de *Swartzia polyphylla*.



### **3.3.3.2 Actividad Antibacteriana**

La metodología de difusión en disco de Kirby Bauer para evaluar la sensibilidad bacteriana se inició con la dilución de 0,5 mL dimetilsulfóxido (DMSO) con las fracciones del extracto etanólico de la corteza de *S. polyphylla* en microtubos estériles, alcanzando concentraciones madre específicas (900, 1200 y 1500 mg/mL). A Partir de estas soluciones, se tomaron 20 µL y se impregnaron en discos de papel Whatman esterilizado. Se prepararon controles positivos con discos comerciales de gentamicina, meropenem, y ciprofloxacino, y discos con una solución de DMSO 100% estéril como control negativo. La activación de las cepas bacterianas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, y *Escherichia coli* ATCC 25922 implicó desarrollar cultivos en agar Muller-Hinton, previamente incubados en caldo nutritivo. Posteriormente, se preparó el inóculo utilizando colonias aisladas, llegando a la turbidez del estándar de 0.5 de la escala de McFarland, para luego inocularlas en placas con agar Muller-Hinton. Los discos previamente impregnados se aplicaron en las placas con el inóculo bacteriano, y se incubaron a 37°C por 24 horas, posterior a ello se midieron los diámetros de los halos de inhibición con la ayuda de una regla vernier. Este proceso meticuloso y estandarizado garantizó una evaluación precisa de la sensibilidad bacteriana a las fracciones de extracto etanólico de *Swartzia polyphylla* (50).

### **3.4 Procesamiento y análisis de datos.**

Los datos obtenidos fueron procesados con pruebas estadísticas descriptivas como media, desviación estándar, las cuales fueron plasmadas en tablas, gráficos de barras, etc. Se utilizó el programa Excel y el paquete estadístico SPSS V.26 para procesar los datos.

### **3.5 Aspectos éticos**

No aplicó.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1 Rendimiento de extracción

Para obtener las fracciones del extracto etanólico de *S. polyphylla* D.C (cumaceba), se realizó en primer momento la maceración de 2550 gramos de corteza seca en etanol de 96°, obteniendo de esta manera el extracto bruto, a partir de este extracto se utilizó la metodología de fraccionamiento líquido/líquido continuo, la tabla 2 muestra el rendimiento del extracto bruto (28.55%), y de las fracciones, donde se tiene valores de 23.40% 45.90%, 46.66%, y 23.33% para las fracciones A, B, C y D respectivamente.

Tabla 2: Rendimiento de extracción de extracto bruto y fracciones del extracto etanólico la corteza de *Swartzia polyphylla* D.C (cumaceba).

Fracciones	Cantidad de muestra vegetal (g)	Cantidad de muestra seca (g)	Cantidad obtenida (g)	Porcentaje de rendimiento (%)
Extracto bruto	3000	2550	728	28.55%
Fracción "A"	-	700	234	23.40%
Fracción "B"	-	220	101	45.90%
Fracción "C"	-	90	42	46.66%
Fracción "D"	-	30	7	23.33%

#### 4.2 Marcha fitoquímica del extracto bruto de la corteza de *S.polyphylla* D.C (cumaceba)

La marcha fitoquímica del extracto etanólico (bruto) de la corteza de *S. polyphylla* D.C (cumaceba), evidencia la presencia abundante (+++) de flavonoides, quinonas, y lactonas, Una moderada (++) presencia de naftoquinonas, antraquinona, fenoles, taninos, Leucoantocianidina, catequinas, cumarinas y azúcares reductores (Tabla 3).

Tabla 3: Marcha fotoquímica del extracto etanólico de la corteza *Swartzia polyphylla* D.C (cumaceba).

Compuesto	Extracto etanólico	
	Corteza	
<b>Alcaloides</b>	<b>D</b>	(-)
	<b>W</b>	(-)
	<b>M</b>	(-)
	<b>H</b>	(-)
	<b>V-M</b>	(-)
	<b>CCF</b>	(+)
Triterpenos y esteroides		(-)
Antraquinonas hidroxiladas		(-)
Naftoquinonas y antraquinona		(++)
Flavonoides		(+++)
Quinonas		(+++)
Leucoantocianidina		(++)
Caroteno		(-)
Glicosidos y cardiotónicos		(+)
Fenoles y taninos		(++)
Compuestos grasos		(+)
aminoácidos y aminas		(-)
Saponinas		(-)
Lactonas		(+++)
Azúcares reductores		(++)
Cumarinas fijas		(++)
Catequinas		(++)

**(+++)** Abundante; **(++)** Moderado; **(+)** Leve; **(-)** Ausente.

### 4.3 Actividad antibacteriana

#### 4.3.1 Actividad antibacteriana de las fracciones del extracto etanólico de la corteza *S. polyphylla* D.C (cumaceba) frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

La tabla 4 muestra los resultados de la evaluación de la actividad antibacteriana de las fracciones del extracto etanólico de la corteza de *S. polyphylla* (cumaceba), frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, se observa que el microorganismo puesto en prueba resulto ser sensible a las fracciones en estudio a 1000mg/mL de concentración, con rango de halos de inhibición de 15,8 mm a 16,4 mm. A una concentración de 900 y 800 mg/mL, las fracciones mostraron una actividad antibacteriana intermedia, con rango de halos de inhibición de 13,4 mm a 14,8 mm.

Tabla 4: Actividad antibacteriana de las fracciones del extracto etanólico de la corteza de *Swartzia polyphylla* D.C (cumaceba) frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

Concentración (mg/mL)	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923							
	Fracción "A"		Fracción "B"		Fracción "C"		Fracción "D"	
	mm	Resultado	mm	Resultado	mm	Resultado	mm	Resultado
<b>1000</b>	16,4±0,2	Sensible	16,2±0,3	Sensible	16,0±0,1	Sensible	15,8±0,2	Sensible
<b>900</b>	14,1±0,2	Intermedio	14,0±0,1	Intermedio	14,0±0,1	Intermedio	13,4±0,2	Intermedio
<b>800</b>	14,8±0,2	Intermedio	14,5±0,3	Intermedio	14,5±0,1	Intermedio	14,2±0,2	Intermedio

\* Esquema de los Diámetros de la Zona de Inhibición: Resistente: < 12 mm, Intermedio: 13 a 14 mm, Sensible: > 15 mm. Fuente: Protocolo de Estudio de Actividad Antibacteriana (IMET-ESSALUD, 2007).

**4.3.2 Actividad antibacteriana de las fracciones del extracto etanólico de la corteza *S. polyphylla* D.C (cumaceba) frente a *Escherichia coli* ATCC 25922.**

La tabla 5 muestra los resultados de la evaluación de la actividad antibacteriana de las fracciones del extracto etanólico de la corteza de *S. polyphylla* (cumaceba), frente a *Escherichia coli* ATCC 25922, se observa que el microorganismo puesto en prueba resulto tener una sensibilidad intermedia a las fracciones en estudio, con rango de halos de inhibición de 13,0 mm a 13,7 mm.

Tabla 5: Actividad antibacteriana de las fracciones del extracto etanólico de la corteza de *Swartzia polyphylla* D.C (cumaceba) frente a *Escherichia coli* ATCC 25922.

<i>Escherichia coli</i> ATCC 259								
Concentración (mg/mL)	Fracción "A"		Fracción "B"		Fracción "C"		Fracción "D"	
	mm	Resultado	mm	Resultado	mm	Resultado	mm	Resultado
<b>1000</b>	13,7±0,1	Intermedio	13,7±0,2	Intermedio	13,3±0,1	Intermedio	13,2±0,2	Intermedio
<b>900</b>	13,2±0,1	Intermedio	13,2±0,1	Intermedio	13,0±0,2	Intermedio	13,4±0,1	Intermedio
<b>800</b>	13,0±0,2	Intermedio	12,8±0,2	Resistente	13,0±0,1	Intermedio	13,2±0,1	Intermedio

\* Esquema de los Diámetros de la Zona de Inhibición: Resistente: < 12 mm, Intermedio: 13 a 14 mm, Sensible: > 15 mm. Fuente: Protocolo de Estudio de Actividad Antibacteriana (IMET-ESSALUD, 2007).

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Muchos patógenos son cada vez más resistentes a los antimicrobianos comercializados (51), la creciente resistencia a los antimicrobianos y la disminución de la cartera de antibióticos han dado lugar a una era post-antibióticos emergente, ya que los pacientes ahora están muriendo a causa de infecciones bacterianas que antes eran tratables (52). Sin duda, la resistencia bacteriana se reconoce como un desafío médico importante en la mayoría de los sistemas de salud. Los genes que determinan la resistencia, normalmente en combinación, y los patógenos multirresistentes son epidémicos. Los organismos *Staphylococcus aureus* grampositivos son portadores de resistencias clínicamente significativas. A diferencia de estos organismos que generalmente todavía se pueden tratar con fármacos antibacterianos alternativos más nuevos, algunas bacterias gramnegativas, especialmente *Escherichia coli*, han desarrollado resistencia a la mayoría o a todos los antibióticos disponibles. Una forma de desarrollar nuevos fármacos es la bioprospección de metabolitos secundarios producidos por plantas medicinales(53). La biodiversidad amazónica, poco explorada, ofrece muchas oportunidades para encontrar especies vegetales que segreguen metabolitos con actividad antimicrobiana y otras propiedades medicinales (54). La presente investigación evaluó la actividad antibacteriana de fracciones del extracto etanólico de la corteza de *S. polyphylla* D.C (cumaceba) frente a cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Escherichia coli* ATCC 25922.

La obtención de las fracciones del extracto etanólico de *Swartzia polyphylla* D.C (cumaceba) se llevó a cabo utilizando la metodología de fraccionamiento líquido/líquido continuó, a partir de un extracto etanólico (bruto o madre), donde el rendimiento de extracción del extracto bruto fue de 28,55%, y de las fracciones, se obtuvieron valores de rendimiento de 23,40%, 45,90%, 46,66%, y 23,33% para las fracciones A, B, C y D. Por otra parte, una vez obtenido las fracciones estas fueron sometidas a pruebas para determinar la actividad antibacteriana por el método de Kirby Bauer o difusión en disco frente a cepas bacterianas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Escherichia coli* ATCC 25922, obteniendo resultados que todas las fracciones evaluadas frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 a concentración de 1000mg/mL

reportaron halos de inhibición que consideran al microorganismo evaluado como sensible, al evaluar a con una concentración de 900, y 800 mg/mL las fracciones tuvieron una actividad antibacteriana intermedio. Asimismo, de la evaluación de las fracciones frente a *Escherichia coli* ATCC 25922 a concentración de 1000, 900, y 800 mg/mL estas reportaron actividad antibacteriana intermedio. Y a una concentración de 800mg/mL frente a la fracción "B" *Escherichia coli* ATCC 25922" reporto ser resistente. Los halos de inhibición obtenidos de las pruebas realizadas estuvieron en un rango de 12.8 a 16.4 milímetros. De los antecedentes científicos, no se tiene evidencia científica actualizada, más aún de las fracciones de extractos de la planta en estudio (*S. polyphylla* D.C - cumaceba), en tal sentido encontrándose estudios como el de Bariani (18), quien evaluó la actividad antifúngica de *Swartzia polyphylla*, que mostró un efecto en la disminución del crecimiento micelial y esporulación de *C. guaranicola*, *C. cassiicola*, *F. oxysporum* y *S. rolfsii*. así también está el estudio de Ferrazzano (19), donde concluye que *S. polyphylla*, a través de sus polifenoles presentes, tiene un efecto directo contra *Streptococcus mutans*. También tenemos el estudio de Rojas *et al.* (20), quienes estudiaron la capacidad larvicida, antibacteriana y antifúngica de la corteza de *Swartzia polyphylla* DC, reportando resultados, que el extracto tiene una poderosa acción antimicrobiana contra *Mycobacterium tuberculosis* resistente a múltiples fármacos, *asimismo* inhibió el crecimiento *in vitro* de los dermatofitos *Trichophyton mentagrophytes*, y fue activo contra las larvas del mosquito *Culex quinquefasciatus*. Los halos de inhibición evidenciados al evaluar las fracciones de del extracto de la corteza de cumaceba, seria por la presencia de flavonoides, quinonas, lactonas, así como de fenoles taninos, cumarina y catequinas. De igual manera Ramos *et al.* (17) estudiaron la actividad biológica de *S. polyphylla* y demostraron su potencial para inhibir el crecimiento de 7 hifas de hongos por el método de difusión en agar. El extracto etanólico mostró un porcentaje de inhibición del crecimiento de  $59,5 \pm 8,8$ mm,  $90,5 \pm 0,7$ mm,  $60,9 \pm 13,8$ mm y  $60,4 \pm 2,2$ mm contra *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus* sp. y *Phomopsis* sp. Por otro lado, el único estudio de Dubois y Sneden (21), donde encontraron dihidroicoisoflavona, una nueva isoflavonona del fraccionamiento de un extracto etanólico de *Swartzia polyphylla*, el estudio mencionan que la actividad antimicrobiana de

*Swartzia polyphylla* es causada por la presencia de flavonoides en su composición, y en específico una dihidrolicoisoflavona, y flavonoides conocidos de biocanina A, dihidrobiochanina A, ferreirina, dalbergioidina y naringenina, y una nueva prenilada isoflavanona, dihidrolicoisoilavona, que estas al ser fraccionadas o purificadas, tienden a concentrarse más y tener un efecto altamente positivo.

## CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

- ✓ El rendimiento de extracción del extracto bruto fue de 28,55%, y de las fracciones, donde se tiene valores de 23,40%, 45,90%, 46,66%, y 23,33% para las fracciones A, B, C y D.
- ✓ Las fracciones del extracto etanólico de la corteza de *S. polyphylla* D.C (cumaceba) frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 mostró buena actividad antibacteriana, reportando el microorganismo un rango sensible e intermedio.
- ✓ Las fracciones del extracto etanólico de la corteza de *S. polyphylla* D.C (cumaceba) frente a *Escherichia coli* ATCC 25922 mostró una actividad antibacteriana intermedia.

## **CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES**

- ✓ Continuar investigaciones utilizando otras partes de la planta, asimismo buscar o utilizar otras metodologías de extracción y fraccionamiento.
- ✓ Realizar investigaciones, que impliquen la determinación de la actividad antibacteriana *in vivo* utilizando modelos animales.
- ✓ A los investigadores de la UNAP, continuar promoviendo y motivando a los estudiantes a inmiscuirse en el estudio de especies vegetales que abundan en la amazonia, con la finalidad de obtener alternativas sostenibles que ayuden no solo a conseguir un antibiótico natural, si no a describir las diferentes propiedades que presentan estos compuestos presentes en estas especies que ayudan a prevenir muchas enfermedades.
- ✓ Realizar investigaciones que estandaricen y/o encuentren nuevos protocolos de determinación de actividad antibacteriana, que se adecuen a las características de los diferentes extractos (etanólicos, hexánicos, clorofórmicos, etc.).

## CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

1. J. Larry Jameson, Anthony S. Fauci, Dennis L. Kasper, Stephen L. Hauser, Dan L. Longo JL. Harrison. Principios de Medicina Interna, 20e.
2. Rojas R, Bustamante B, Bauer J, Fernández I, Albán J, Lock O. Antimicrobial activity of selected Peruvian medicinal plants. *J Ethnopharmacol.* 2003;88(2–3):199–204.
3. Anand U, Jacobo-Herrera N, Altemimi A, Lakhssassi N. A comprehensive review on medicinal plants as antimicrobial therapeutics: Potential avenues of biocompatible drug discovery. Vol. 9, *Metabolites.* MDPI AG; 2019.
4. Organización Mundial de la Salud (OMS). Resistencia a los antibióticos. Diagnóstico [Internet]. 2018 [cited 2019 Dec 16];57(2):91–3. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/resistencia-a-los-antibióticos>
5. Vaou N, Stavropoulou E, Voidarou C, Tsigalou C, Bezirtzoglou E. Towards advances in medicinal plant antimicrobial activity: A review study on challenges and future perspectives. Vol. 9, *Microorganisms.* MDPI; 2021.
6. Mejia KER. Plantas Medicinales de Uso Popular en la Amazonia Peruana. Agencia española de cooperación Internacional (AECI) y el Instituto de Investigaciones de la Amazoni peruana (IIAP) en el marco del Proyecto Araucaria Amazonas Nauta. 2000; Segunda Ed (9972-614.00.5):286.
7. Pastor Soplin S, Angeles Millones E, Alvares Campos JL, Gutiérrez Deza L, Jayos Rios E, Briceño Sanches I, et al. Informe Nacional para la Conferencia Técnica Internacional de la FAO sobre los recursos fitogenéticos (Leipzig, 1996). *Fao.* 1996;1–232.
8. Beyra Á, León M del C, Iglesias E, Ferrándiz D, Herrera R, Volpato G, et al. Estudios etnobotánicos sobre plantas medicinales en la provincia de Camagüey (Cuba). *Anales del Jardín Botánico de Madrid.* 2004;61(2):185–204.
9. Atanasov AG, Zotchev SB, Dirsch VM, Orhan IE, Banach M, Rollinger JM, et al. Natural products in drug discovery: advances and

- opportunities. Vol. 20, Nature Reviews Drug Discovery. Nature Research; 2021. p. 200–16.
10. Sharma D, Singh VP, Singh RK, Joshi CS, Sharma V. Isolation and characterization of bioactive compounds from natural resources: Metabolomics and molecular approaches. In: Srivastava AK, Kannaujiya VK, Singh RK, Singh D, editors. Evolutionary Diversity as a Source for Anticancer Molecules [Internet]. Academic Press; 2021. p. 77–101. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012821710800047>
  11. Celis Á, Mendoza C, Pachón M, Cardona J, Delgado W, Cuca E. Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. Una revisión Plant extracts used as biocontrol with emphasis on Piperaceae family. A review. 2008;26(1):97–105.
  12. Herbs R. Cumaceba - Swartzia polyphylla Archivo de base de datos en la base de datos de plantas tropicales de remedios herbales [Internet]. [cited 2019 Dec 18]. Available from: <http://www.rain-tree.com/cumaseba.htm>
  13. Graham JG, Pendland SL, Prause JL, Danzinger LH, Vigo JS, Cabieses F, et al. Antimycobacterial evaluation of Peruvian plants. Phytomedicine. 2003;10(6–7):528–35.
  14. Gárcia Lujan C. Actividad Antibacteriana De Extractos Vegetales En Cepas Hospitalarias De Staphylococcus Aureus Con Resistencia Multiple. 2006;
  15. Vincent Roumya, Juan Celidonio Ruiz Macedob, Natacha Bonneaua, Jennifer Samaillea, 5 Nathalie Azaroualc, Leonor Arévalo Encinasf, Céline Rivièrea, Thierry Hennebellea, Sevser 6 Sahpaza, Sebastien Antherieud, Claire Pinçong, Christel Neute, Ali Siaha, And LR. Plant therapy in the Peruvian Amazon (Loreto) in case of infectious diseases and its antimicrobial evaluation. J Ethnopharmacol [Internet]. 2019; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.112411>
  16. Da Silva HP, De Abreu KMP, Borges FV, Vieira IJC, De Araujo MF. Chemical constituents from swartzia oblata and antitumoral activity evaluation. Revista Virtual de Quimica. 2019;11(5):1433–43.

17. Ramos M V., Brito D, Freitas CDT, Gonçalves JFC, Porfirio CTMN, Lobo MDP, et al. Proteomic identification and purification of seed proteins from native Amazonian species displaying antifungal activity. *Planta*. 2018;248(1):197–209.
18. Bariani A, Gonçalves JF de C, Chevreuil LR, Cavallazzi JRP, de Souza LAG, Bentes JL da S, et al. Purificação parcial de inibidores de tripsina de sementes de *Caesalpinia ferrea* e *Swartzia polyphylla* e o efeito dos extratos protéicos sobre fungos fitopatogênicos. *Summa Phytopathol*. 2012;38(2):131–8.
19. Ferrazzano GF, Amato I, Ingenito A, Zarrelli A, Pinto G, Pollio A. Plant polyphenols and their anti-cariogenic properties: A review. *Molecules*. 2011;16(2):1486–507.
20. Rojas R, Bustamante B, Ventosilla P, Fernández I, Caviedes L, Gilman RH, et al. Larvicidal, antimycobacterial and antifungal compounds from the bark of the peruvian plant *Swartzia polyphylla* DC. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*. 2006;54(2):278–9.
21. DuBois JL, Sneden AT. Dihydrolicoisoflavone, a new isoflavanone from *swartzia polyphylla*. *J Nat Prod*. 1995;58(4):629–32.
22. Sprent JI, Ardley J, James EK. Biogeography of nodulated legumes and their nitrogen-fixing symbionts. Vol. 215, *New Phytologist*. Blackwell Publishing Ltd; 2017. p. 40–56.
23. Azani N, Babineau M, Bailey CD, Banks H, Barbosa AR, Pinto RB, et al. A new subfamily classification of the leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. *Taxon*. 2017 Feb 1;66(1):44–77.
24. Christenhusz MJM, Byng JW. The number of known plants species in the world and its annual increase. Vol. 261, *Phytotaxa*. Magnolia Press; 2016. p. 201–17.
25. Semenya SS, Maroyi A. Ethnomedicinal Uses of Fabaceae Species for Respiratory Infections and Related Symptoms in the Limpopo Province, South Africa. *Journal of Pharmacy and Nutrition Sciences*. 2018; 8:219–29.
26. Maroyi A. Medicinal Uses of the Fabaceae Family in Zimbabwe: A Review. Vol. 12, *Plants*. MDPI; 2023.

27. Forero E, Mori S. The Organization for Flora Neotropica. *Brittonia* [Internet]. 1995;47(4):379–93. Available from: <https://doi.org/10.2307/2807566>
28. Prance GT. Chrysobalanaceae. *Flora Neotropica* [Internet]. 1989; 9:1–267. Available from: <http://www.jstor.org/stable/4393681>
29. Schultes RE. Short Communications De Plantis Toxicariis e Mundo Novo Tropicales Commentationes. XX. Medicinal and toxic uses of *Swartzia* in the northwest Amazon. Vol. 1, *Journal of Ethnopharmacology*. 1979.
30. Look O. Investigación Fitoquímica. Métodos en el Estudio de Productos Naturales [Internet]. 3ra edición. Pontificia Universidad Católica del Perú, editor. Lima, Perú: Departamento de académico de ciencias; 2016. 288 p. Available from: [http://190.187.240.212/anc\\_j28.1/index.php/anc\\_j28.1/index.php?Itemid=28&catid=61&id=333%3A3ra-edicion-del-libro-investigacion-fitoquimica-metodos-en-el-estudio-de-productos-naturales-de-a-t-dra-olga-lock&option=com\\_content&view=article](http://190.187.240.212/anc_j28.1/index.php/anc_j28.1/index.php?Itemid=28&catid=61&id=333%3A3ra-edicion-del-libro-investigacion-fitoquimica-metodos-en-el-estudio-de-productos-naturales-de-a-t-dra-olga-lock&option=com_content&view=article)
31. Coyle M, Cavalieri SJ, Rankin ID, Harbeck RJ, Sautter RL. *Manual de Pruebas de Susceptibilidad Antimicrobiana*. 2006. 248 p.
32. Murray PR, Baron EJ. *Manual of clinical microbiology*. 9th ed. TA - TT -. Washington, D.C. SE -: ASM Press; 2007.
33. Bauer AW, Kirby WM, Sherris JC, Turck M. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *Am J Clin Pathol*. 1966 Apr;45(4):493–6.
34. Heatley NG. A method for the assay of penicillin. *Biochemical Journal*. 1944;38(1):61.
35. Valgas C, Souza SM de, Smânia EFA, Smânia Jr A. Screening methods to determine antibacterial activity of natural products. *Brazilian journal of microbiology*. 2007; 38:369–80.
36. CLSI. Reference Method for Broth Dilution Antifungal Susceptibility Testing of Yeasts ; Approved Standard — Second Edition Serving the World ' s Medical Science Community Through Voluntary Consensus. Vol. 22, NCCLS standards and guidelines. 2008. 1–29 p.

37. Rimando AM, Olofsdotter M, Dayan FE, Duke SO. Searching for rice allelochemicals: An example of bioassay-guided isolation. *Agron J*. 2001;93(1):16–20.
38. Banu KS, Cathrine L. General techniques involved in phytochemical analysis. *International journal of advanced research in chemical science*. 2015;2(4):25–32.
39. Ingle KP, Deshmukh AG, Padole DA, Dudhare MS, Moharil MP, Khelurkar VC. Phytochemicals: Extraction methods, identification and detection of bioactive compounds from plant extracts. *J Pharmacogn Phytochem*. 2017;6(1):32–6.
40. Doughari JH. A Global Perspective of Their Role in Nutrition and Health. 2012;
41. Heftmann F. Chromatography: Fundamentals and application of chromatographic and electrophoretic techniques. Elsevier, Amsterdam. 1992;
42. Haan AB de, Eral HB, Schuur B. Chapter 5. Liquid–Liquid Extraction. In: *Fundamentals* [Internet]. De Gruyter; 2020. p. 117–54. Available from: <https://doi.org/10.1515/9783110654806-005>
43. García C. Actividad antibacteriana de extractos vegetales en cepas hospitalarias de *Staphylococcus aureus* con resistencia múltiple. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 2006. 1–101 p.
44. Department of health. About Antibiograms. *Infectious Disease Epidemiology, prevention, and Control Division*. 2015;(1/2015):5414.
45. Ministerio de Salud del Perú, Instituto Nacional de Salud. Manual de procedimientos para la prueba de sensibilidad antimicrobiana por el método de disco difusión [Internet]. 2002. 67 p. Available from: [http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/otrpubs/pdf/manual\\_sensibilidad\\_2.pdf](http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/otrpubs/pdf/manual_sensibilidad_2.pdf)
46. Jacob SW, Wood DC. Dimethyl Sulfoxide (DMSO) Toxicology, Pharmacology, and Clinical Experience.
47. Cano S, Bestard M, Relis P, Olivero D, Dayami D, Cano S, et al. Farmacología de las plantas medicinales. *Revista Información científica*. 2009;61–1:1–14.

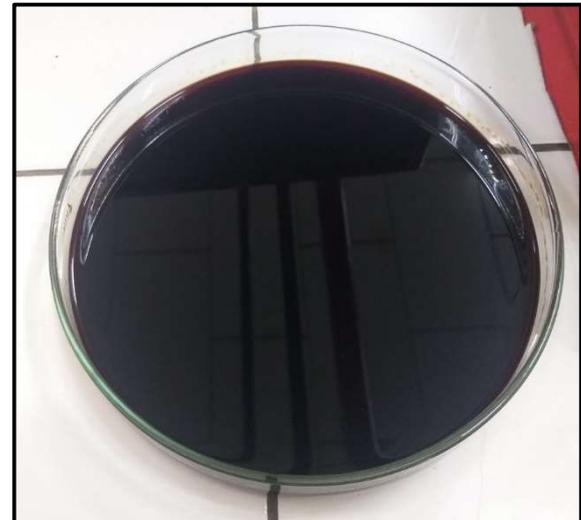
48. Maier RM. Bacterial Growth. In: Environmental Microbiology. 2000. p. 1–18.
49. Nascimento GGF, Locatelli J, Freitas PC, Silva GL. Antibacterial activity of plant extracts and phytochemicals on antibiotic-resistant bacteria. *Brazilian Journal of Microbiology*. 2000;31(4):247–56.
50. Hudzicki J. Kirby-Bauer Disk Diffusion Susceptibility Test Protocol Author Information. American Society For Microbiology [Internet]. 2012;(December 2009):1–13. Available from: <https://www.asm.org/Protocols/Kirby-Bauer-Disk-Diffusion-Susceptibility-Test-Pro>
51. Theuretzbacher U. Global antibacterial resistance: The never-ending story. Vol. 1, *Journal of Global Antimicrobial Resistance*. Elsevier Ltd; 2013. p. 63–9.
52. Aslam B, Ahmad M, Tariq MU, Muzammil S, Siddique AB, Khurshid M, et al. Chapter 1 - Antibiotic resistance: retrospect and prospect. In: Singh P, Sillanpää M, editors. *Degradation of Antibiotics and Antibiotic-Resistant Bacteria from Various Sources* [Internet]. Academic Press; 2023. p. 1–37. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323998666000088>
53. Li T, Wang Z, Guo J, de la Fuente-Nunez C, Wang J, Han B, et al. Bacterial resistance to antibacterial agents: Mechanisms, control strategies, and implications for global health. *Science of The Total Environment* [Internet]. 2023; 860:160461. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722075635>
54. Oliveira AA, Segovia JF, Sousa VY, Mata EC, Gonçalves MC, Bezerra RM, et al. Antimicrobial activity of amazonian medicinal plants [Internet]. 2013. Available from: <http://www.springerplus.com/content/2/1/371>

## ANEXOS

### Anexo 1. *S. polyphylla*



### Anexo 2. Obtención del extracto etanólico (bruto o madre) de la corteza de *S. polyphylla*.



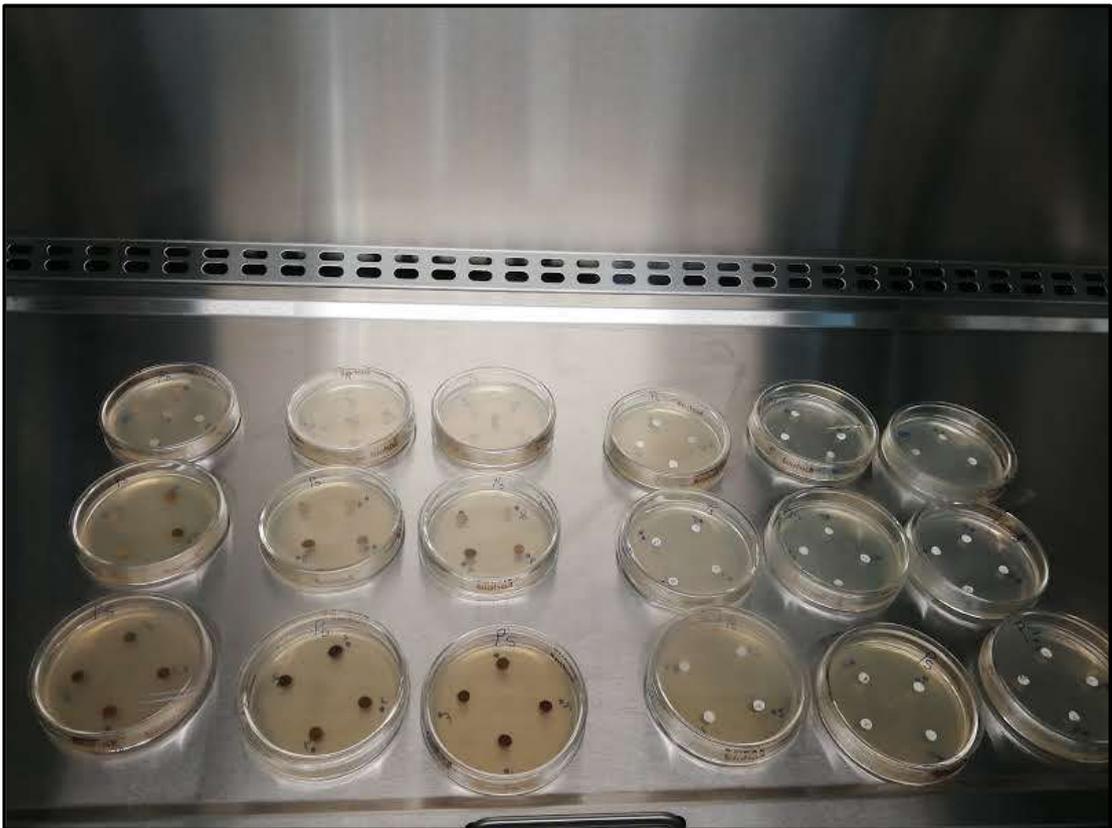
Anexo 3. Obtención de las fracciones del extracto etanólico (bruto o madre) de la corteza de *S. polyphylla*.



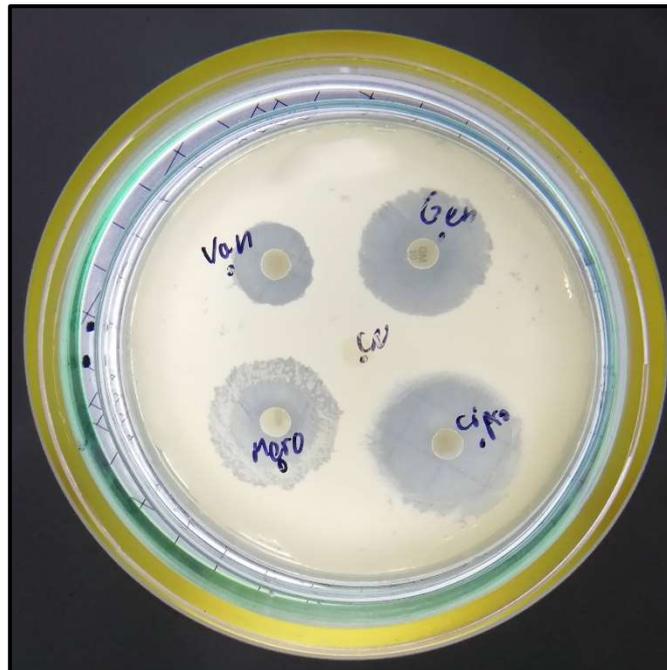
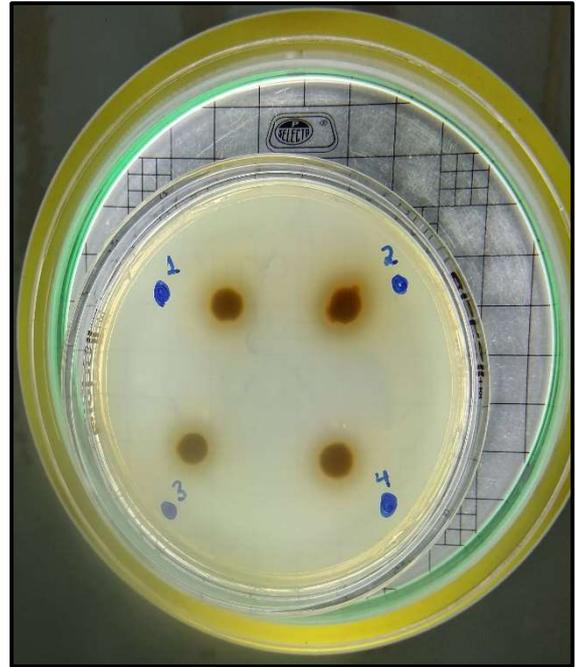
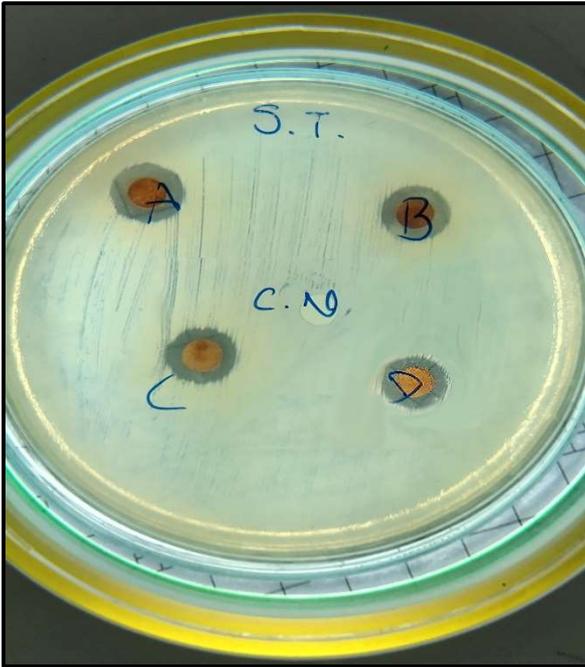
#### Anexo 4. Estándar de McFarland



#### Anexo 5. Inoculación de los discos con el extracto en la placa de Agar Muller Hinton



Anexo 6. Resultados de la actividad antibacteriana



## Anexo 7. Constancia de descripción botánica



**UNAP**

Centro de Investigación de  
Recursos Naturales  
Herbarium Amazonense — AMAZ

INSTITUCIÓN CIENTÍFICA NACIONAL DEPOSITARIA DE MATERIAL BIOLÓGICO  
CÓDIGO DE AUTORIZACIÓN AUT-ICND-2017-005

### CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN BOTÁNICA n.º 075-2023 AMAZ-UNAP

El Coordinador del Herbarium Amazonense (AMAZ) del Centro de Investigación de Recursos Naturales (CIRNA), de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.

#### HACE CONSTAR:

Que, la muestra botánica presentada por **TIFFANI RENGIFO RODRÍGUEZ**, bachiller de la **Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica** de la **Facultad de Farmacia y Bioquímica** de la **Universidad Nacional de la Amazonía Peruana** pertenece al proyecto de tesis de pre grado titulado **“ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DE FRACCIONES DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE LA CORTEZA DE *Swartzia polyphylla* DC. (cumaceba) FRENTE A CEPAS DE *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*”**; ha sido **DETERMINADA** en este centro de investigación y enseñanza **Herbarium Amazonense-AMAZ-CIRNA-UNAP**, como se indica a continuación:

Nº	FAMILIA	ESPECIE	AUTOR	NOMBRE COMÚN
01	FABACEAE	<i>Swartzia polyphylla</i>	DC.	“cumaceba”

Determinador: Ing. Juan Celidonio Ruiz Macedo

A los veintiocho días del mes de diciembre del año dos mil veintitrés, se expide la presente constancia a los interesados para los fines que se estime conveniente.

Atentamente,

  
Richard J. Quaranza Acostupa  
Coordinador Herbarium Amazonense  
CIRNA - UNAP

