

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**Efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de las  
hojas y tallos de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. “huanarpo  
macho” frente a *Streptococcus pneumoniae*  
ATCC 49619. Ayacucho 2021**

Tesis para optar el título profesional de  
**Biólogo, Especialidad: Microbiología**

Presentado por:

**Bach. Juan Carlos Condoray Flores**

Asesor:

**Dr. Víctor Luis Cárdenas López**

Co-asesor:

**Dr. Johnny Aldo Tinco Jayo**

**Ayacucho - Perú**

**2024**

A mis padres, mis hermanas y amigos  
por el apoyo incondicional.

Juan.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi gloriosa Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por permitirme ser parte de ella en mi proceso de formación profesional, brindarme las oportunidades y enriquecerme de conocimientos.

A la Facultad de Ciencias Biológicas, a la Escuela Profesional de Biología, a los docentes por compartirme sus conocimientos, enseñanzas y experiencias en mi formación académica.

A mi asesor Dr. Víctor Luis Cárdenas López y Co-asesor Dr. Johnny Aldo Tinco Jayo, por el apoyo, asesoría y paciencia en el desarrollo del presente trabajo de tesis.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.1.1. Internacionales	3
2.1.2. Nacionales	3
2.2. Marco conceptual	6
2.2.1. Efecto antimicrobiano	6
2.2.2. Extracto hidroalcohólico	6
2.2.3. Halo de inhibición	6
2.2.4. Concentración Mínima Inhibitoria (CMI)	6
2.2.5. Concentración Mínima Bactericida (CMB)	7
2.2.6. Antibiótico	7
2.2.7. Antimicrobiano	7
2.2.8. Cepas ATTC	7
2.3. Bases teóricas	7
2.3.1. <i>Jatropha macrantha</i> Müll Arg. "huanarpo macho"	7
2.3.2. <i>Streptococcus pneumoniae</i>	9
2.3.3. Infecciones respiratorias agudas (IRAS)	11
2.3.4. Neumonía	11
2.3.5. Neumonía causada por <i>Streptococcus pneumoniae</i>	12
2.3.6. Oxacilina	13
2.3.7. Metabolitos secundarios	13
2.3.8. Métodos básicos para el estudio de la sensibilidad antimicrobiana	15
III. MATERIALES Y METODOS	17
3.1. Lugar de ejecución	17
3.2. Materiales	17

3.2.1. Muestra vegetal	17
3.2.2. Cepa bacteriana	17
3.3. Metodología y recolección de datos	17
3.3.1. Colecta y análisis taxonómico	17
3.3.2. Secado del material vegetal	17
3.3.3. Molienda y tamizado	17
3.3.4. Obtención de los extractos hidroalcohólico	18
3.3.5. Preparación de las concentraciones	18
3.3.6. Tamizaje fitoquímico	18
3.3.7. Determinación de la actividad antibacteriana	18
3.3.8. Determinación de la Concentración Mínima Inhibitoria	19
3.3.9. Determinación de la Concentración Mínima Bactericida	19
3.4. Tipo de investigación	19
3.5. Análisis estadístico	20
IV. RESULTADOS	11
V. DISCUSIÓN	27
VI. CONCLUSIONES	31
VII. RECOMENDACIONES	33
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
ANEXOS	41

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Metabolitos presentes en los extractos hidroalcohólicos de las hojas y de tallos de <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg. “huanarpo macho”. Ayacucho 2022.	23
Tabla 2. Efecto antibacteriano de las diferentes concentraciones del extracto hidroalcohólico de las hojas y tallos de <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg. “huanarpo macho” frente a <i>Streptococcus pneumoniae</i> ATCC 49619. Ayacucho 2022.	24
Tabla 3. Concentración mínima inhibitoria y concentración mínima bactericida del extracto hidroalcohólico de las hojas y tallos de <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg. “huanarpo macho” frente a <i>Streptococcus pneumoniae</i> ATCC 49619. Ayacucho 2022.	25

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Comparación de los promedios de los halos de inhibición de los tallos y hojas, de las concentraciones de 500, 400, 300 mg/mL. de <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg. "huanarpo macho". Frente a <i>Streptococcus pneumoniae</i> ATCC 49619.	26

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Constancia de identificación botánica de <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg. "huanarpo macho".	43
Anexo 2. Certificado de calidad de la cepa <i>Streptococcus pneumoniae</i> ATCC.	44
Anexo 3. Procedimiento de la extracción hidroalcohólico de los tallos de <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg. "huanarpo macho".	45
Anexo 4. Procedimiento de la extracción hidroalcohólico de las hojas de <i>Jatropha macrantha</i> Müll Arg "huanarpo macho".	46
Anexo 5. Tamizaje fitoquímico de los tallos <i>Jatropha Macrantha</i> Müll. Arg. "huanarpo macho".	47
Anexo 6. Tamizaje fitoquímico de las hojas <i>Jatropha Macrantha</i> Müll. Arg "huanarpo macho".	48
Anexo 7. Preparación de los medios de cultivo.	49
Anexo 8. Reactivación de cepas de <i>Streptococcus pneumoniae</i> ATCC 49619, enviadas por el Laboratorio Gen Lab del Perú.	50
Anexo 9. Halos de inhibición del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg frente a <i>Streptococcus pneumoniae</i> ATCC 49619.	51
Anexo 10. Halos de inhibición del extracto hidroalcohólico de los tallos de <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg. Frente a <i>Streptococcus pneumoniae</i> ATCC 49619.	52
Anexo 11. Concentración mínima inhibitoria de los extractos hidroalcohólico de las hojas y tallos de <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg. En caldo Mueller Hinton suplementado con sangre de cordero 5%.	53
Anexo 12. Resultado de la concentración mínima inhibitoria del extracto hidroalcohólico de las hojas y tallos de <i>Jatropha macrantha</i> frente a <i>S. pneumoniae</i> ATCC 49619 en caldo Mueller Hinton suplementado con sangre de cordero 5%.	54
Anexo 13. Concentración mínima bactericida del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Jatropha macrantha</i> frente a <i>S. pneumoniae</i> ATCC 49619 en agar Mueller Hinton. suplementado con sangre de cordero 5%.	55



Anexo 14.	Concentración mínima bactericida del extracto hidroalcohólico de los tallos de <i>Jatropha macrantha</i> frente a <i>S. pneumoniae</i> ATCC 49619 en agar Mueller Hinton suplementado con sangre de cordero 5%.	56
Anexo 15.	Prueba de normalidad (P) de los halos de inhibición del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg. “huanarpo macho” frente a <i>S. pneumoniae</i> ATCC 49619.	57
Anexo 16.	Análisis de Varianza de los halos de inhibición del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg. “huanarpo macho” frente a <i>S. pneumoniae</i> ATCC 49619.	58
Anexo 17.	Análisis de comparación múltiple en grupos de Tukey de los halos de inhibición del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg. “huanarpo macho” frente a <i>Streptococcus pneumoniae</i> ATCC 49619.	59
Anexo 18.	Análisis de comparación múltiple en grupos de Tukey de los halos de inhibición del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg. “huanarpo macho” frente a <i>Streptococcus pneumoniae</i> ATCC 49619.	60
Anexo 19.	Prueba de normalidad (P) de los halos de inhibición del extracto hidroalcohólico de los tallos de <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg. “huanarpo macho” frente a <i>Streptococcus pneumoniae</i> ATCC 49619.	61
Anexo 20.	Análisis de Varianza de los halos de inhibición del extracto hidroalcohólico de los tallos de <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg. “huanarpo macho” frente a <i>Streptococcus pneumoniae</i> ATCC 49619.	62
Anexo 21.	Análisis de comparación múltiple en grupos de Tukey de los halos de inhibición del extracto hidroalcohólico de los tallos de <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg. “huanarpo macho” frente a <i>Streptococcus pneumoniae</i> ATCC 49619.	63
Anexo 22.	Análisis de comparación múltiple en grupos de Tukey de los halos de inhibición del extracto hidroalcohólico de los tallos de <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg. “huanarpo macho” frente a <i>Streptococcus pneumoniae</i> ATCC 49619.	64
Anexo 23.	Matriz de consistencia.	65

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar el efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. “huanarpo macho” frente a *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619. El extracto hidroalcohólico de hojas y de tallos se obtuvo por maceración utilizando etanol al 80%. El efecto antimicrobiano se determinó por el método disco placa de Kirby – Bauer, teniendo como control positivo a la oxacilina y se evaluó en las concentraciones de 100, 200, 300, 400 y 500 mg/mL. La Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) se determinó por el método de macrodilución en caldo y la Concentración Mínima Bactericida (CMB) se determinó por el método de siembra en placas. El extracto hidroalcohólico de las hojas presentó halos de inhibición a las concentraciones de 300, 400 y 500 mg/mL. El extracto hidroalcohólico de los tallos presentó halos de inhibición a las concentraciones de 100, 200, 300, 400 y 500 mg/mL. La CMI y CMB del extracto hidroalcohólico de las hojas fue de 62,50 y 125,00 mg/mL, respectivamente; asimismo, la CMI y CMB del extracto hidroalcohólico de los tallos fue de 1,95 y 3,90 mg/mL, respectivamente. Se concluye que el extracto hidroalcohólico de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. “huanarpo macho” tiene efecto antibacteriano frente a *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619.

**Palabras clave:** *Streptococcus pneumoniae*, efecto antibacteriano, *Jatropha macrantha* Müll. Arg.

## I. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, los pobladores del Perú y la región Ayacucho, utilizan diferentes tipos de plantas medicinales nativas para tratar diferentes enfermedades. Entre ellas, *Jatropha macrantha* Müll. Arg., conocido vulgarmente como “huanarpo macho”. Al respecto, diversos estudios han determinado que los extractos y compuestos aislados de especies del género *Jatropha* tienen propiedades de citotoxicidad, actividades antimicrobianas, antifúngicas, antiinflamatorias, antioxidantes, insecticidas, larvicidas (Cavalcante et al., 2020).

Una de estas especies es la *Jatropha macrantha* Müll.Arg., que los pobladores lo utilizan a base de infusión de las hojas, semillas, tallos y son consumidos por vía oral, para el tratamiento de bronquitis, asma, estimulante sexual y otras afecciones (Sabandar et al., 2012). Gracias a que presenta compuestos bioactivos, como el ácido pomólico y ácido euscáfico (Apaza et al., 2021), alcaloides, aceites esenciales, esteroides, flavonoides, saponinas y catequinas (Tinco et al., 2011).

En la actualidad, el tratamiento para combatir las neumonías bacterianas son los antibióticos; sin embargo, durante el transcurso de los años se ha evidenciado un incremento de la resistencia bacteriana a los antibióticos (Vega, 2019). Por lo que, hay la necesidad de seguir investigando tras el descubrimiento de nuevos agentes terapéuticos.

En este contexto la investigación de plantas medicinales para desarrollar alternativas terapéuticas antibacterianas es crucial para abordar la resistencia bacteriana, aprovechar la biodiversidad natural de compuestos bioactivos, validar la sabiduría tradicional, reducir los efectos secundarios y promover la sostenibilidad y accesibilidad de los tratamientos médicos.

Sin embargo, no se ha evidenciado estudios sobre la acción que tendría esta planta frente al neumococo, por lo que motivó la presente investigación.

Por tales consideraciones, la presente investigación se orientó a comprobar el efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de las hojas y tallos de *Jatropha*

*macrantha* Müll. Arg. “huanarpo macho” frente a *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619. Para ello se plantearon los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

Determinar el efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. “huanarpo macho” frente a *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619.

### **Objetivos específicos**

1. Determinar cualitativamente los principales metabolitos secundarios mediante tamizaje fitoquímico de los extractos hidroalcohólicos de las hojas y tallos de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. “huanarpo macho”.
2. Determinar el efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. “huanarpo macho” a concentraciones de 100, 200, 300, 400 y 500 mg/mL frente a *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619.
3. Determinar el efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de los tallos de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. “huanarpo macho” a concentraciones de 100, 200, 300, 400 y 500 mg/mL frente a *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619.
4. Comparar el efecto antibacteriano de los extractos hidroalcohólicos de las hojas con los tallos de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. “huanarpo macho”. Frente a *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619.
5. Determinar la Concentración Mínima Inhibitoria y la Concentración Mínima Bactericida del extracto hidroalcohólico de las hojas y tallos de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. “huanarpo macho” frente a *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Internacionales

Benavides et al. (2006), determinaron la composición química del extracto de metanol de los tallos de *Jatropha macrantha*. Aislaron catequina, catequina-7-O- $\beta$ -glucopiranosido y proantocianidina B-3 junto con otros polímeros de catequina, por el método de cromatografía líquida por espectro en masas. Las catequinas, son importantes en la conservación de alimentos y el control de los microorganismos. Adicionalmente, realizaron un análisis cualitativo y un análisis cuantitativo de la fracción de compuestos fenólicos de tallos de *J. macrantha*. Los resultados de los análisis cuantitativos evidenciaron la presencia de compuestos 1–3, y la proantocianidina B-3 se encontró en mayor cantidad.

Cavalcante et al. (2020), realizó una revisión sobre los metabolitos químicos secundarios y los aspectos biológicos en el género *Jatropha*. Evidenciaron que el género *Jatropha* tiene alrededor de 175 especies. Asimismo, hallaron que los extractos y compuestos aislados de especies de este género tienen propiedades de citotoxicidad, actividades antimicrobianas, antifúngicas, antiinflamatorias, antioxidantes, insecticidas, larvicidas, de inhibición de la acetilcolinesterasa y de toxicidad. Respecto a los aspectos químicos del género *Jatropha* se han reportado la presencia de péptidos cíclicos, lignanos, flavonoides, cumarinas, alcaloides, ácidos eudesmenoides y principalmente terpenos.

#### 2.1.2. Nacionales

Aguilar (2015), investigó el “efecto broncodilatador del extracto metanólico de las hojas y tallos de la *Jatropha macrantha*” en cobayos inducidos con histamina. El efecto broncodilatador se midió mediante la observación de los cambios respiratorios respecto al periodo de latencia, duración de efecto y número de toses por minuto. Se evidenció que la concentración de 300 mg/kg tuvo el mayor efecto

broncodilatador. Concluyó que la administración por vía oral del extracto metanólico de las hojas y tallos de la *Jatropha macrantha* reducen el número de toses producidas por la histamina.

Guevara et al. (2012), determinaron la efectividad hidroalcohólico de diez plantas medicinales frente a 10 serotipos de *Streptococcus pneumoniae*. Utilizando el método de disco difusión, evidenciaron que *Prunus amygdalu* y *Himatanthus sucuumba* fueron las únicas plantas que dieron pequeño halo de inhibición con algunas cepas. Con *P. amygdalu* se inhibió dos cepas, ya que presentó pequeños halos de inhibición, el serotipo P-10 (7 mm de diámetro) y la I-6 (9 mm de diámetro). Con *H. sucuumba*, se inhibió siete cepas y los halos de inhibición fueron de 10 mm (MR-4), 9 mm (IL-7), 8 mm (IL-1, P-10 e I-6) y 7 mm (IL-12 y P-4) y tres resultaron resistentes. Estos resultados no tuvieron relación con el serotipo de neumococo ni con los antibióticos utilizados en los antibiogramas realizados previamente. Concluyeron que *H. sucuumba* podría ser una alternativa para atacar al neumococo en la nasofaringe, sin embargo, por haber presentado resistencia a tres cepas de *S. pneumoniae*, sugieren antes de usarlo sería conveniente desarrollar un antibiograma de los neumococos contra las plantas medicinales.

Tinco y Aguilar (2014), determinaron el efecto vasorrelajante del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de *Jatropha macrantha* en anillos aórticos aislados del corazón de ratas. Preliminarmente, se realizó un screening fitoquímico en el que se identificó fenoles, taninos, lactonas, cumarinas, triterpenos, flavonoides, alcaloides, catequinas. Evidenciaron que el extracto al 20% presenta efecto vasorrelajante.

Heredia et al. (2016), realizaron la extracción de alcaloides del *Jatropha macrantha* en un equipo soxhlet con mezcla de solventes ciclohexano-etanol. Obtuvieron un contenido de 1,2% de alcaloides totales expresados en jatrofano. Concluyó que se obtiene mayor concentración de alcaloides utilizando el equipo soxhlet a comparación de la extracción por maceración.

De la Cruz (2019), determinó el efecto broncodilatador de los flavonoides aislados de las hojas y tallos de *J. macrantha*. El efecto broncodilatador se evaluó en anillos traqueales aislados de ratas a dosis de 2 mg/Kg, 14 mg/Kg y 26 mg/Kg y se midió la altura (mm) producida por efecto de la contracción de los anillos traqueales. Concluyó que los flavonoides aislados de *J. macrantha* presentan efecto broncodilatador.

Laynes (2019), evaluó el efecto antibacteriano de los extractos hidroalcohólicos de las hojas de *Borago officinalis* L. y *Senecio canescens* (H. y B.) frente a

*Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619. La actividad antibacteriana fue evaluada por el método, disco-placa (Kirby-Bauer), referido a los halos de inhibición, realizando cinco concentraciones iniciales (1%, 5%, 10%, 15% y 20%) de ambas muestras vegetales y se usó la oxacilina 1 µg como control. Determinó que el extracto hidroalcohólico de las hojas de *S. canescens* presenta efecto antibacteriano, en el que la concentración de 250,0 mg/mL (20%) es la que muestra mejor respuesta frente a *S. pneumoniae*. Para determinar la Concentración Mínima Inhibitoria (CIM) y la Concentración Mínima Bactericida (CMB) utilizó el método de macrodilución en caldo de infusión de cerebro corazón suplementado con 5% de suero y caldo Mueller-Hinton suplementado con 5% de sangre de carnero. Los valores de CIM fueron de 0,49 mg/mL y 0,24 mg/mL y los valores de CMB fueron de 0,97 y 0,24 mg/mL, respectivamente.

Vega (2019), evaluó la actividad antimicrobiana de aceites esenciales (AE) *Schinus molle*, *Senecio calvus* y *Clinopodium pulchellum*. Evidenció que los AE presentan actividad antimicrobiana frente a *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619, con sensibilidad límite según la escala de Duraffourd. También estableció que la concentración mínima inhibitoria de los AE obtenidos por destilación por arrastre de vapor de agua fueron de 100% (V/V) para *S. molle*, 75% (V/V) para *S. calvus* y 50% (V/V) para *C. pulchellum*. Por otro lado, la concentración mínima inhibitoria de los AE obtenidos por hidrodestilación con equipo Clevenger fueron de 100% (V/V) para *S. molle*, 50% (V/V) para *S. calvus* y 50% (V/V) para *C. pulchellum*, frente a *S. pneumoniae* ATCC 49619.

Chávez et al. (2021), evaluaron la actividad broncodilatadora *in vivo* del extracto etanólico de los tallos de *J. macrantha*. La actividad broncodilatadora se evaluó mediante el método de broncoconstricción *in vivo* inducida por histamina en cobayos. Los indicadores medidos fueron el período de latencia (dificultad respiratoria observada con la primera tos) y la intensidad del efecto (asfixia por oclusión traqueal y anafilaxia). Las dosis empleadas fueron 200, 400, 800 mg/Kg. Concluyeron que el extracto de *J. macrantha* presenta efecto broncodilatador.

Huamán (2021), evaluaron el contenido de fenoles totales, el contenido de flavonoides y el efecto antioxidante de los compuestos fenólicos de hojas y tallos de *Jatropha macrantha*. El contenido de fenoles se determinó mediante el método de Folin-Ciocalteu, evidenciando un mayor contenido en las hojas respecto a los tallos. El contenido de flavonoides se cuantificó por el método de tricloruro de aluminio, reportándose también mayor contenido en las hojas. La capacidad

antioxidante *in vitro* se determinó por los métodos DPPH, ABTS y FRAP, en el que las hojas demostraron tener mayor porcentaje de actividad.

Tinco et al. (2021), determinaron los constituyentes fitoquímicos en la fracción de acetato de etilo de hojas y tallos de *J. macrantha*, compararon la actividad antioxidante y el efecto sobre la disfunción eréctil inducida por ketamina en ratas. Los constituyentes fitoquímicos se determinaron por screening fitoquímico y por LC-ESI-MS/MS, los compuestos fenólicos totales y flavonoides totales (TPC y TF) por Folin-Ciocalteu y cloruro de aluminio, respectivamente. La actividad antioxidante se determinó mediante ensayos DPPH, ABTS y FRAP. El análisis fitoquímico reveló la presencia principalmente de cumarinas, flavonoides, ácidos fenólicos y terpenos. Se determinó que el contenido de fenoles y flavonoides es mayor en las hojas y su actividad antioxidante es directamente proporcional al contenido de compuestos fenólicos. Con respecto al comportamiento sexual, las hojas mostraron un mejor efecto en frecuencia de montaje, frecuencia de intromisión, frecuencia de eyaculación, latencia de montaje, latencia de intromisión, latencia eyaculatoria y latencia post-eyaculatoria. Conclusión, que las hojas *J. macrantha* a 50 mg/kg presenta un mejor efecto sobre el comportamiento sexual en ratas macho con disfunción eréctil pero no más alto que sildenafil.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Efecto antimicrobiano**

Capacidad que presentan los compuestos químicos para inhibir y destruir el crecimiento de bacterias (Lorenzo et al., 2008).

### **2.2.2. Extracto hidroalcohólico**

Solución sólida – líquido, que se obtiene a partir de procesos físico - químicos y que contiene gran variedad de principios activos, extraída a partir de los órganos de la planta (Sisa, 2017).

### **2.2.3. Halo de inhibición**

Es un espacio claro (sin crecimiento), que se genera alrededor del disco antimicrobiano. Que indica la inhibición del microorganismo (Lorenzo et al., 2008).

### **2.2.4. Concentración Mínima Inhibitoria (CMI)**

Es la concentración más baja en µg/ml o g/mL de un antimicrobiano (antibiótico) que pueda inhibir el crecimiento de una cepa microbiana, la CMI nos brinda valor crítico de un antimicrobiano (antibiótico), a partir de las diluciones, para saber si un microorganismo (bacteria) está generando resistencia (IDDX, 2022).



### **2.2.5. Concentración Mínima Bactericida (CMB)**

Es la mínima concentración de un antibiótico u otro antimicrobiano, para eliminar o matar el 99,9% de las bacterias u otro microorganismo (Horna et al., 2005).

### **2.2.6. Antibiótico**

Compuestos químicos producidos por organismos biológicos, en pequeñas concentraciones, elimina, inhiben, el crecimiento de múltiples microorganismos, causando toxicidad en el hospedero (Lorenzo et al., 2008).

### **2.2.7. Antimicrobiano**

Sustancias químicas que son capaces de destruir o inhibir el crecimiento de microorganismos (Lorenzo et al., 2008).

### **2.2.8. Cepas ATTC**

Es un material biológico certificado. Es una cepa pura al que se le realizaron las pruebas bioquímicas, moleculares y microbiológicas, son microorganismos determinados en género y especie, están caracterizados y que tienen un origen conocido. La utilidad de las cepas ATCC es para evaluar las pruebas de sensibilidad, eficacia de los medios de cultivo, calidad en los resultados de las pruebas de laboratorio (MMD, 2017).

## **2.3. Bases teóricas**

### **2.3.1. *Jatropha macrantha* Müll Arg. “huanarpo macho”**

#### **2.3.1.1. Clasificación sistemática**

La clasificación taxonómica se realizó según el Sistema de Clasificación de Cronquist A., a cargo de la Bióloga Laura Aucasime Medina, especialista en taxonomía y sistemática de plantas.

División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliophyta
Sub clase	: Rosidae
Orden	: Euphorbiales
Familia	: Euphorbiaceae
Género	: <i>Jatropha</i>
Especie	: <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg.
Nombre común	: Huanarpo macho” (Anexo 1)

#### **2.3.1.2. Descripción del género *Jatropha***

De la familia Euphorbiaceae, en el Perú presenta alrededor de 61 géneros y 323 especies y la gran mayoría son arbustos o árboles. Entre las especies del género *Jatropha* tenemos: *J. macrantha* Müll. Arg, *J. humboldtiana* McVaugh, *J. rumicifolia* Fern. (León et al., 2006).

La gran mayoría de las especies están siendo estudiadas, ya que contienen una amplia variedad de sustancias químicas, que son antifúngicas, antibacterianas, anticancerígenas, es empleado en la medicina convencional por los pobladores del continente americano (Rodríguez et al., 2009).

#### **2.3.1.3. Distribución geográfica**

Crece entre los 1500 y 2600 m.s.n.m. se desarrollan en zonas áridas y semiáridas, no necesitan de un suelo agrícola. En tiempos de lluvia, el tallo y las hojas presentan una coloración verde intensa y no tienen flores; mientras que, en épocas de sequía, se inicia la floración y el tallo presenta coloración amarillenta. Es autóctono del Perú y puede ser encontrado en los departamentos de Ayacucho, Huánuco, Arequipa, Ancash, Cajamarca, Lima, Puno y la Libertad (Crespo, 2019).

#### **2.3.1.4. Descripción botánica**

Es un arbusto mediano de metro y medio a dos metros de altura que se describe de la siguiente manera:

Presenta un tipo de raíz conoidea y pivotante, que se caracteriza por poseer pocas raíces secundarias y una corteza de regular espesor, mientras que el tallo es arbustivo y grueso hacia la base con ramas extendidas, algunos pueden crecer hasta un metro de altura, las ramas son carnosas que son visiblemente marcadas por los callos de las cicatrices del peciolo caído. Las hojas llegan a medir de 10 a 12 cm de ancho y de 9 a 10 cm de largo, con lóbulo generosamente ovaladas y enteras. Presentan estípulas glandiliformes, con yemas levemente pedunculadas, en el período seco las hojas son tempranamente parduzcas y pegajosas (Francis, 1951).

Las flores son pequeñas y capituladas. Presentan brácteas pequeñas foliáceas, ovaladas, lanceoladas de aproximadamente 10 mm de largo. Los sépalos de las flores masculinas son oblongo ovaladas, agudos, dentadas glandulares. De largo, los pétalos son oblongo obtusos y miden hasta 2 cm de largo. El androceo presenta 10 estambres. Las inflorescencias son capituladas, de color escarlata, que aparecen tardíamente durante el período seco (Francis, 1951).

#### **2.3.1.5. Usos en la medicina tradicional**

*Jatropha macrantha* es utilizado por la población andina en forma de tintura o maceración, es un potente afrodisiaco, cicatrizante, antioxidante, antidiabético y energizante en la región andina y costera del Perú (Sabandar et al., 2013)

También es preparada en agua ardiente, en infusión o calcinando el tallo para inhalar el humo, para la estimulación sexual, asma, bronquitis, tos, antiasmáticos,

antidiabético, antitusivo y también antiulceroso. Se usa ampliamente para restaurar la potencia sexual, eyaculación precoz, disfunción eréctil y como potenciador sexual en los hombres (Apaza et al., 2021).

Actualmente se sabe que contiene saponinas, esteroides, flavonoides, aceites esenciales y alcaloides, como también, gran cantidad de proantocianidinas que es importante en procesos antiinflamatorios y para el tratamiento de la artritis y la disfunción eréctil (Zavaleta y Medina, 2017).

### **2.3.2. *Streptococcus pneumoniae***

#### **2.3.2.1. Género *Streptococcus***

El género *Streptococcus* comprende una amplia variedad de especies de células de forma ovaladas o esféricas de longitud de 0.5  $\mu\text{m}$  a 1.0  $\mu\text{m}$  de diámetro, se encuentran agrupados en pares o en cadenas, en cultivos líquidos, generalmente se encuentran en cadenas largas, son gram positivos dependiendo de las condiciones de crecimiento y de la edad del cultivo; no presenta movilidad, no forman esporas, generalmente son catalasa negativos, carecen de enzimas citocromo; son anaerobios facultativos y anaeróbicos estrictos, que requiere de dióxido de carbono y temperatura de 37°C para su crecimiento óptimo; presenta metabolismo fermentativo, que se producen ácido láctico, fórmico, etanol y dióxido de carbono. Las morfologías de las colonias son pequeñas, circulares, translúcidas o ligeramente, generalmente son menores de 1 mm de diámetro y convexas; también encontramos colonias mucoides, generadas por las cepas virulentas. Para su crecimiento y su aislamiento se requiere el empleo de sangre o medios enriquecidos con suero (García et al., 2017).

#### **2.3.2.2. Clasificación taxonómica**

Dominio	: Bacteria
Filo	: Firmicutes
Clase	: Bacilli
Orden	: Lactobacillales
Familia	: Streptococcaceae
Género	: <i>Streptococcus</i>
Especie	: <i>Streptococcus pneumoniae</i>
N.V.	: "Neumococo"

Clasificación taxonómica: Manual de Bergey 's, 1994

#### **2.3.2.3. Generalidades de *Streptococcus pneumoniae***

Es Gram positiva, lanceolada y capsulada, generalmente miden de 0,5 a 1,2  $\mu\text{m}$  de diámetro y se disponen en pares o diplos. Son anaeróbicos facultativos. Para

su crecimiento, desarrollo y multiplicación, se requiere medios enriquecidos como el agar cerebro/corazón o soya tripticasa, suplementos hematológicos (10% de sangre de cordero) y en ambiente con 8 a 10% de dióxido de carbono. Crece formando colonias redondas, mucosas, no pigmentadas y 1 a 3 mm de diámetro, que al cabo de 48 horas tiene un aspecto umbilicado, con una depresión central causada por una autólisis celular progresiva. En los medios de crecimiento con sangre, las colonias generan alfa hemólisis, producto de la digestión parcial de la hemoglobina y la colonia se rodea de un halo verdoso. Carece de la enzima catalasa, por lo cual debe ser aportada en forma exógena y es sensible a la optoquina, en presencia de sales biliares se genera lisis bacteriana (Prado, 2001). El neumococo es parte de la microbiota natural de la mucosa de la faringe, se desarrolla habitualmente en la rinofaringe posterior. Se transmite entre personas mediante pequeñas gotas de moco. La colonización del neumococo es más frecuente en niños menores a dos años y mayores a sesenta años de edad (Prado, 2001).

#### **2.3.2.4. Patogenia**

Los neumococos colonizan la nasofaringe y se diseminan hasta llegar al oído medio (provocando otitis media), tracto respiratorio inferior (provocando neumonía y sepsis), atraviesa la barrera hematoencefálica (provocando meningitis), hasta llegar al torrente sanguíneo. Los factores principales de mortalidad por *S. pneumoniae*, se debe a la variedad de serotipo capsular que presenta el neumococo. Los serotipos más virulentos en adultos mayores son: 3, 6B y 19F, mientras los serotipos en niños son: 1, 4, 5, 6A, 6B, 9V, 18C, 14, 19A, 19F y 23F. El estado inmunológico, invasión por otros agentes patógenos a las vías respiratorias, factores genéticos (Ramos, 2013).

También se desarrolla en lactantes, personas con enfermedades crónicas, enfermedades cardiovasculares, asma, enfermedad pulmonares y diabetes mellitus (Ramos, 2013).

#### **2.3.2.5. Factores de virulencia**

La virulencia principal del neumococo, es la presencia de la cápsula que permite la adhesión de la bacteria con el tracto respiratorio, gracias a la interacción del disacárido N-acetil- $\beta$ -D-glucosamina (1 $\rightarrow$ 3)  $\beta$  galactosa con las células de la nasofaringe, en este proceso de adhesión intervienen varias proteínas bacterianas como BgaC, PspC, CbpG y presencia de pilis en algunas cepas. El pili también participa en procesos inflamatorios y cuando llega a la sangre, influye en la

gravedad patológica infecciosa. La neumolisina que es una toxina destruye la membrana de los eritrocitos produciendo la hemólisis que se evidencia cuando se cultiva *S. pneumoniae*, en medios suplementadas con sangre. El neumococo produce proteasas extracelulares que actúan degradando las inmunoglobulinas como la IgM, IgG, IgA para colonizar en la superficie de las mucosas del tracto respiratorio (Forbes et al., 2009).

Las proteínas de superficie del neumococo, presentan factores de virulencia, como es la proteína A (PspA) y la proteína C (PspC) que facilita en la adhesión al tracto respiratorio. La PspA es la más estudiada, actúa interfiriendo con la activación del complemento, se une a la lactoferrina y apolactoferrina para protegerse de las enzimas bactericidas. Otras proteínas como la LytA (autolisina) que promueve la inflamación y esto provoca la liberación de la Ply (neumolisina) y otros productos de degradación del citoplasma del neumococo. La Ply se une al colesterol de la membrana celular, de las células del tracto respiratorio, para provocar poros generando la hemólisis. La enzima hialuronidasa, que rompe el ácido hialorónico para la propagación y colonización del neumococo (Nieto et al., 2013).

### **2.3.3. Infecciones respiratorias agudas (IRAS)**

Las IRAS constituyen a un conjunto de enfermedades que se origina en el tracto respiratorio, causadas por una variedad microorganismos como son las bacterias y virus, estas infecciones son las más frecuentes en el mundo y en nuestro país es muy importante en la salud pública. La morbilidad es muy alta en personas de cualquier edad, en menores de cinco años y los mayores de sesenta cinco años presentan mayor tasa de morbilidad. Se presenta como un resfriado común y leve, pero pueden complicarse produciendo neumonías hasta llegar a la mortalidad (MINSA, 2022).

Las IRAS causan infecciones en las vías respiratorias altas y bajas, entre las afecciones tenemos: otitis media, faringitis, sinusitis, epiglotis, bronquitis, bronquiolitis, neumonía, rinorrea, acompañado con fiebre (Beltrán, 2013).

### **2.3.4. Neumonía**

La neumonía es una enfermedad inflamatoria de los pulmones, los pulmones están formados por pequeños sacos llamados alveolos, en personas con buena salud se llenan de oxígeno al respirar y los alvéolos de las personas enfermas de neumonía están llenos de exudados y pus, lo que hace dolorosa la respiración, dificultad al respirar y limita la absorción de oxígeno. Los microorganismos como

los virus y bacterias infectan los pulmones al inhalar gotículas producidas en tosidos o estornudos. *S. pneumoniae* es la causa más recurrente de la neumonía bacteriana en los niños (Organización mundial de la salud [OMS], 2021).

La neumonía bacteriana va en incremento en niños y más en pacientes ancianos con morbilidad, como las enfermedades hepáticas, neurológicas, insuficiencia cardíaca, diabetes mellitus, cardiopatía, insuficiencia renal, cardiopatía coronaria, malignidad. *S. pneumoniae* ha sufrido resistencia bacteriana usando su mecanismo de defensa frente a los antimicrobianos desde 1990 hasta la actualidad (Zevallos, 2004).

La Neumonía adquirida en la comunidad o extra – hospitalarias, se adquiere en el ambiente (fuera del hospital), las principales son las neumocócicas y por mycoplasmas. Mientras que la neumonía hospitalaria se adquiere en el interior del hospital, estas neumonías causadas por microorganismos que adquieren resistencia y los mecanismos de defensa del huésped puedan estar afectados. Por otra parte la neumonía aguda no complicada, se recuperan entre la segunda y la tercera semana con los tratamientos adecuados, pero en pacientes de avanzada edad o presentan enfermedades debilitantes, pueden tener complicaciones (Flores, 2017).

### **2.3.5. Neumonía causada por *Streptococcus pneumoniae***

Es la neumonía más frecuente adquirida en la comunidad (NAC), con prevalencia entre el 20% al 65% y es responsable del 35% de casos que necesitan hospitalización. La neumonía neumocócica afecta a todas las edades, pero en niños y personas de la tercera edad es más frecuente. Los pacientes infectados por VIH y adultos inmunodeficientes con enfermedades broncopulmonares, son los primeros afectados por la neumonía neumocócica (Lopez et al., 2018).

El neumococo coloniza la bucofaringe y el tracto respiratorio superior, es frecuente en personas adultas, pero son más frecuentes en los niños, principalmente en los primeros años de vida. Se transmite de persona a persona, colonizando la orofaringe y por micropropagación llega hacia los pulmones causando la infección pulmonar. Los factores de riesgo como el tabaquismo, alcoholismo, infecciones por VIH, linfoma, mieloma, enfermedades crónicas renales, pulmonares, hepáticas, diabetes, favorecen el desarrollo y la infección de la neumonía (Lopez et al., 2011).

En el cuadro clínico por neumonía bacteriana se puede observar síntomas como la fiebre, tos con esputos purulentos, dolor en la pleura, ruidos silbantes,

leucocitosis, soplo tubárico y en las radiografías la presencia broncograma aéreo (Lopez et al., 2011).

### **2.3.6. Oxacilina**

Antibiótico perteneciente a la familia de las penicilinas de segunda generación, resistente a la enzima penicilinas, presenta un anillo betalactámico unido a un anillo tiazolidínico, presenta una cadena lateral que es importante en las actividades antimicrobianas (Mendoza, 2006).

El mecanismo de acción de la oxacilina, tiene acción de obstaculizar la síntesis de la pared celular de la bacteria, impide la incorporación del ácido acetilmurámico a los mucopeptidos de la pared bacteriana de las Gram positivas del genero *Staphylococcus* y *Streptococcus* (Mendoza, 2006).

El antibiótico es utilizado en las pruebas de antibiograma, para pronosticar, si el neumococo es sensible o resistente a los medicamentos de la familia de las penicilinas, así iniciar un tratamiento adecuado en los pacientes. En una prueba de sensibilidad, el halo del disco de oxacilina supera los 19 mm, predecimos que es sensible a los antibióticos de la familia de las penicilinas. Si es menor o igual a 19 mm, predecimos que los antibióticos tienen bajo nivel de sensibilidad (Instituto nacional de salud [INS], 2002).

### **2.3.7. Metabolitos secundarios**

Las plantas presentan diversidad de metabolitos secundarios, que les permite tener un mecanismo de defensa frente a sus depredadores, como son los microorganismos patógenos, diversidad de insectos y malezas, así como también permite el crecimiento y adaptación en el ambiente donde se encuentra. (Ashraf et al., 2018).

Los metabolitos secundarios, son productos químicos de importancia farmacéutica e industrial (Ashraf et al., 2018).

*Jatropha macrantha* contienen diferentes metabolitos secundarios como: saponinas, esteroides, aceites esenciales, flavonoides, alcaloides, catequinas, aminoácidos, terpenos, fenoles, Lactonas (Tinco et al., 2011).

Los compuestos fenólicos, se encuentra en la parte interna de las células, que conforman los órganos de las diversas variedades de plantas. Presenta beneficios farmacológicos, como el de ser antimicótico, antimicrobiano y antivírico, principalmente. También presenta actividad antiinflamatoria y antioxidante, importante en el tratamiento de la depresión, evita la coagulación sanguínea y es vasodilatador por excelencia (Varas, 2004).

Los Taninos son compuestos fenólicos poliméricos que se unen a las proteínas desnaturalizándolas. los taninos hidrolizables son polímeros heterogéneos que contienen ácidos fenólicos, ácido gálico en gran cantidad, azúcares simples y se hidrolizan fácilmente. Los taninos condensados son polímeros de unidades flavonoides que están unidas por enlace carbono-carbono, que no pueden ser hidrolizados, pero sí oxidados por un ácido fuerte. Estos compuestos se encuentran ampliamente en los vegetales y se localizan en hojas y tallos. Presentan una acción protectora e inhibitoria de las secreciones y exudaciones. se absorben fácilmente por la piel, por ello se aprovecha en los casos de procesos cutáneo como ulceraciones, grietas cutáneas, escaras. Además, presenta otras acciones farmacológicas como: antitumorales, antibacterianos, antivirales e inhibidores de enzimas, inhibición de peroxidación lipídica y agentes hepatoprotectores (Villar, 1999).

Los alcaloides son compuestos heterocíclicos nitrogenados derivados principalmente de los aminoácidos. Se sintetiza en los diferentes órganos y tejidos de la planta, como mecanismo de defensa frente a los agentes patógenos. Los alcaloides presentan estructuras químicas muy parecidas a las moléculas de transmisión nerviosa del sistema nervioso, estas estructuras químicas bloquean los neurotransmisores de los insectos y vertebrados, generando un efecto tóxico. En los microorganismos patógenos, los alcaloides tienen la capacidad de insertarse con el ADN para detener la síntesis de proteínas, generando la apoptosis e inhibir el crecimiento, así mismo bloquea la síntesis de enzimas para el metabolismo de los carbohidratos (Sepúlveda et al., 2023).

Las Quinonas son compuestos de origen orgánico, formados por anillos de carbono es el segundo grupo de compuestos que se encuentran en investigación clínica y preclínica debido a la gran diversidad de propiedades biológicas que presenta como antiparasitarios, antibacterianos, anticancerígenos y antifúngicos (López et al., 2011).

Las saponinas de la familia de los heterósidos, presentan, largas cadenas de azúcares en su estructura química, que, al entrar en contacto con la membrana celular de los microorganismos patógenos, induce a la formación de grandes poros, generando inestabilidad, separación de la pared celular y como consecuencia la lisis celular (Díaz, 2009).



### **2.3.8. Métodos básicos para el estudio de la sensibilidad antimicrobiana**

El análisis de la sensibilidad de los microorganismos frente a los antimicrobianos se realiza mediante pruebas de sensibilidad o denominada antibiograma, el objetivo fundamental es evaluar en el laboratorio la respuesta de un microorganismo frente a uno o varios antimicrobianos (SEIMC, 2000).

#### **2.3.8.1. Antibiograma**

Es la actividad *in vitro* de un antibiótico frente a un microorganismo predeterminado y evidencia su capacidad para inhibir el crecimiento y desarrollo de una bacteria o poblaciones bacterianas (SEIMC, 2000).

#### **2.3.8.2. Método de difusión**

Consiste en la difusión de un determinado antibiótico de un soporte sólido, hacia una base de agar. En general se realiza en agar Mueller-Hinton que pueden estar suplementados para el crecimiento de microorganismos exigentes. Es recomendable la utilización del medio base Mueller-Hinton ya que presenta baja concentración de inhibidores como tetraciclina, sulfonamida y trimetoprim, que permite el crecimiento y desarrollo de la mayoría de las bacterias patógenas de importancia clínica (Fernández et al., 2012).

#### **2.3.8.3. Método de Kirby - Bauer (antibiograma disco – placa)**

El método de Kirby – Bauer consiste en ubicar en la superficie del agar que está contenida en una placa Petri, previamente inoculada con el microorganismo en estudio, discos de papel secante que están impregnados con diferentes antibióticos. Cuando el disco que contiene el antibiótico entra en contacto con la superficie húmeda del agar, el filtro absorbe el contenido de agua y el antibiótico se difunde radialmente a través el espesor del agar, formando un gradiente de concentración en el disco. Transcurrido dieciocho a veinticuatro horas de incubación, en los discos se pueden apreciar que están rodeados por una zona de inhibición. “la lectura de los halos de inhibición debe interpretarse como sensible (S), intermedia (I) o resistente (R) según las categorías establecidas por el NCCLS” (SEIMC, 2000).

#### **2.3.8.4. Métodos de dilución**

Los métodos de dilución se realizan para la determinación del crecimiento del microorganismo a diferentes concentraciones progresivas del antimicrobiano, que se encuentra disuelto en el caldo o agar. Estos métodos se usan con frecuencia para determinar la CMI y la CMB de los antimicrobianos (SEIMC, 2000).

#### **2.3.8.5. Método de Macrodilución**

Método que se emplea en la combinación, entre el microorganismo y antimicrobiano, en una serie de tubos. Se dispone de una batería de tubos que contienen 1mL de medio o caldo estéril y sin antimicrobiano. Al primer tubo se le añade un mililitro de la solución madre del antimicrobiano y a partir del primer tubo se realizará diluciones seriadas, hasta llegar a la dilución más baja que deseemos estudiar. Seguidamente se inocula con el microorganismo a la batería de tubos en estudio. También se tendrá un tubo de control positivo y otro de control negativo (SEIMC, 2000).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

Los metabolitos secundarios se obtuvieron en el laboratorio de Farmacología de la escuela de Farmacia y Bioquímica, y el efecto antimicrobiano se realizó en el laboratorio de Bacteriología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

#### 3.2. Materiales

##### 3.2.1. Muestra vegetal

Constituida por hojas y de tallos de *Jatropha macrantha*, recolectados en el departamento de Ayacucho, en la provincia de Páucar de Sara Sara, en el distrito de Lampa, del pueblo San Sebastián de Sacraca.

##### 3.2.2. Cepa bacteriana

Se empleó *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619, que se obtuvo del Laboratorio Microbiologics a través de Gen Lab del Perú S.A.C. (Anexo 2).

#### 3.3. Metodología y recolección de datos

##### 3.3.1. Colecta y análisis taxonómico

La recolección de las hojas y los tallos de *J. macrantha* se efectuó en las primeras horas de la mañana. El análisis taxonómico se realizó según el Sistema de Clasificación de Cronquist. A., por la Blga. Laura Aucasime.

##### 3.3.2. Secado del material vegetal

Previamente al secado se eliminó las materias extrañas. El secado se llevó cabo por dos semanas en un ambiente con buena ventilación, evitando la exposición directa de los rayos solares. El material vegetal se acondicionó sobre papel Kraft y removió continuamente (Miranda y Cuéllar, 2000).

##### 3.3.3. Molienda y tamizado

Se pesó 500 g de hojas y tallos, que fueron trituradas por separado, usando un molino, obteniéndose un polvo fino (Miranda y Cuéllar, 2000).

#### **3.3.4. Obtención de los extractos hidroalcohólico**

El extracto hidroalcohólico de hojas y tallos se obtuvo por el método de maceración. Se pesó 500 gramos de muestra pulverizada, que fueron sometidas a extracción con 3 litros de etanol al 80% por dos semanas, con agitación diaria de los frascos y almacenadas en un ambiente oscuro. El extracto se filtró con papel filtro y luego se concentró en un rotavapor R - 300 Buchi, para extraer el etanol. El extracto concentrado se colocó a una estufa a 45°C hasta obtener un extracto blando y luego fue almacenado en un frasco ámbar y estéril hasta su análisis (Miranda y Cuéllar, 2000).

#### **3.3.5. Preparación de las concentraciones**

Para la obtención de las concentraciones de: 100; 200; 300; 400 y 500 mg/mL de las hojas y tallos, se pesó los miligramos del extracto en una balanza analítica, posteriormente se disolvió en un frasco estéril con 1 mL de agua destilada estéril.

#### **3.3.6. Tamizaje fitoquímico**

La identificación de metabolitos secundarios en el extracto se realizó según lo descrito por Miranda y Cuéllar (2000). Se realizó los ensayos de cloruro férrico para la obtención de fenoles y taninos, Benedict (Azúcar reductores), Shinoda (flavonoides), Ninhidrina (aminoácidos), Catequinas, Espumas (saponinas), Kedde (glucósidos y cardiotónicos), Baljet (Lactonas y cumarinas), Lieberman (terpenos), Mayer (alcaloides) y el ensayo de Borntrager para la obtención de quinonas. (Anexos 5 y 6).

#### **3.3.7. Determinación de la actividad antibacteriana**

La determinación de la actividad antimicrobiana del extracto hidroalcohólico de hojas y tallos de *Jatropha macrantha*, se realizó por el método del antibiograma disco – placa (Kirby – Bauer) (Instituto Nacional de Salud [INS], 2002).

##### **3.3.7.1. Preparación de medios de cultivo**

Se dispuso de Agar sangre, Agar Mueller - Hinton y el caldo Mueller – Hinton suplementado con 5% de sangre de cordero, tomando en cuenta las instrucciones del fabricante (INS, 2002).

##### **3.3.7.2. Activación de la cepa**

La cepa de *S. pneumoniae*, fueron activadas y cultivadas en placas con agar sangre, cultivada por 24 horas a 37°C en atmósfera de 5% de CO<sub>2</sub> (INS, 2002).

##### **3.3.7.3. Preparación del inóculo**

En un tubo de ensayo se agregó 5 mL de solución salina, luego con ayuda del asa de Kolle se procedió a colocar una asada de *S. pneumoniae* y luego se ajustó la turbidez hasta alcanzar el 0,5 de la escala de McFarland (INS, 2002).

#### **3.3.7.4. Inoculación de las placas**

Se tomó un hisopo estéril y se introdujo dentro de la suspensión preparada, seguidamente se removió el exceso de inóculo, presionando el hisopo en las paredes del tubo, a continuación, se procedió a inocular las placas que contenían agar Mueller-Hinton de manera uniforme por toda su superficie y se dejó reposar 5 minutos antes de depositar los discos de diferentes concentraciones (INS, 2002).

#### **3.3.7.5. Dispensación de los discos**

En la superficie del centro de la placa que contiene agar, se colocó la oxacilina 1 µg, presionando levemente con la ayuda de una pinza estéril, a continuación, se procedió a dispensar los discos del papel Whatman (6 mm de diámetro) que contiene diferentes concentraciones de extractos, alrededor de la oxacilina (control) (INS, 2002).

Las placas se incubaron invertidas a 37°C en atmósfera de 5% de CO<sub>2</sub> por 24 horas (INS, 2002). La lectura se realizó con un vernier digital.

#### **3.3.8. Determinación de la Concentración Mínima Inhibitoria**

Se realizó por el método de Macrodilución, para lo cual se utilizó 13 tubos de ensayo, además de un tubo de control positivo y un tubo de control negativo. Se añadió a todos los tubos 1 mL de caldo Mueller – Hinton suplementado con 5% de sangre de cordero. Seguidamente se adicionó 1mL del extracto (de la mayor concentración) en el primer tubo, a partir de ella se tomó 1 mL y se transvasó al tubo número 2; y así sucesivamente hasta el tubo número 13, a este último se descartó 1mL. A continuación, se agregó 0,5 mL de inóculo de la cepa de *S. pneumoniae* a los 13 tubos y el control positivo. El control negativo solo contenía Caldo Mueller – Hinton (SEIMC, 2000).

Todos los tubos se incubaron a 37°C en atmósfera de 5% de CO<sub>2</sub> por 24 horas (Cavaliere et al., 2005). La ausencia de turbidez en los tubos, representa la concentración Mínima Inhibitoria (CIM) (SEIMC, 2000).

#### **3.3.9. Determinación de la Concentración Mínima Bactericida**

Se determinó a partir de la Concentración Mínima Inhibitoria (CIM). Para ello, se procedió a sembrar los caldos de los tubos que no presentaron turbidez, en placas de agar sangre (SEIMC, 2000). Se llevó a incubar a 37°C en atmósfera de 5% de CO<sub>2</sub> por 24 horas. La lectura se realizó mediante observación directa, (Cavaliere et al., 2005).

### **3.4. Tipo de investigación**

Básico- Experimental

### **3.5. Análisis estadístico**

Consistió en la comparación de medias, análisis de varianza y comparaciones múltiples de Tukey a un 95% de nivel de confianza. Para el análisis se utilizó el Programa Minitab.

#### **IV. RESULTADOS**

**Tabla 1.** Metabolitos presentes en los extractos hidroalcohólicos de las hojas y de tallos de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. "huanarpo macho". Ayacucho 2022.

Metabolitos	Resultados		Observación
	Hojas	Tallos	
Fenoles y taninos (Ensayo de cloruro férrico)	++	+++	Ligera coloración verde azulado
Azúcares reductores (Ensayo de Benedict)	++	++	Coloración rojiza
Flavonoides (Ensayo de Shinoda)	++	+++	Coloración naranja
Aminoácidos (Ensayo de ninhidrina)	+++	+++	Coloración violeta
Catequinas (Ensayo de las catequinas)	+++	+++	Coloración verde turquesa al espectro UV
Saponinas (Ensayo de espuma)	+	+	Formación de espuma
Glucósidos y cardiotónicos (Ensayo de Kedde)	+	+	Color violeta
Lactonas y cumarinas (Ensayo de Baljet)	+	++	Coloración rojo vino
Terpenos (Ensayo de Lieberman)	+++	+++	Coloración rosada
Alcaloides (Ensayo de Mayer)	+	++	Coloración anaranjada
Quinonas (Ensayo de Borntrager)	++	++	Coloración roja

**Leyenda:** Abundante (+++); Moderado (++); Escaso (+); Ausente (-)



**Tabla 2.** Efecto antibacteriano de las diferentes concentraciones del extracto hidroalcohólico de las hojas y tallos de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. “huanarpo macho” frente a *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619. Ayacucho 2022.

Tratamiento	N	Halo de inhibición (mm)	
		Hojas	Tallos
Extracto 100 mg/mL	4	-	7,41 ± 0,33 <sup>d</sup>
Extracto 200 mg/mL	4	-	9,63 ± 0,86 <sup>c</sup>
Extracto 300 mg/mL	4	6,61 ± 0,87 <sup>c</sup>	10,22 ± 0,40 <sup>c</sup>
Extracto 400 mg/mL	4	8,22 ± 0,43 <sup>b</sup>	12,23 ± 0,59 <sup>b</sup>
Extracto 500 mg/mL	4	9,11 ± 0,67 <sup>b</sup>	13,37 ± 0,43 <sup>b</sup>
Oxacilina 1 µg (control)	4	22,57 ± 0,08 <sup>a</sup>	21,99 ± 0,11 <sup>a</sup>

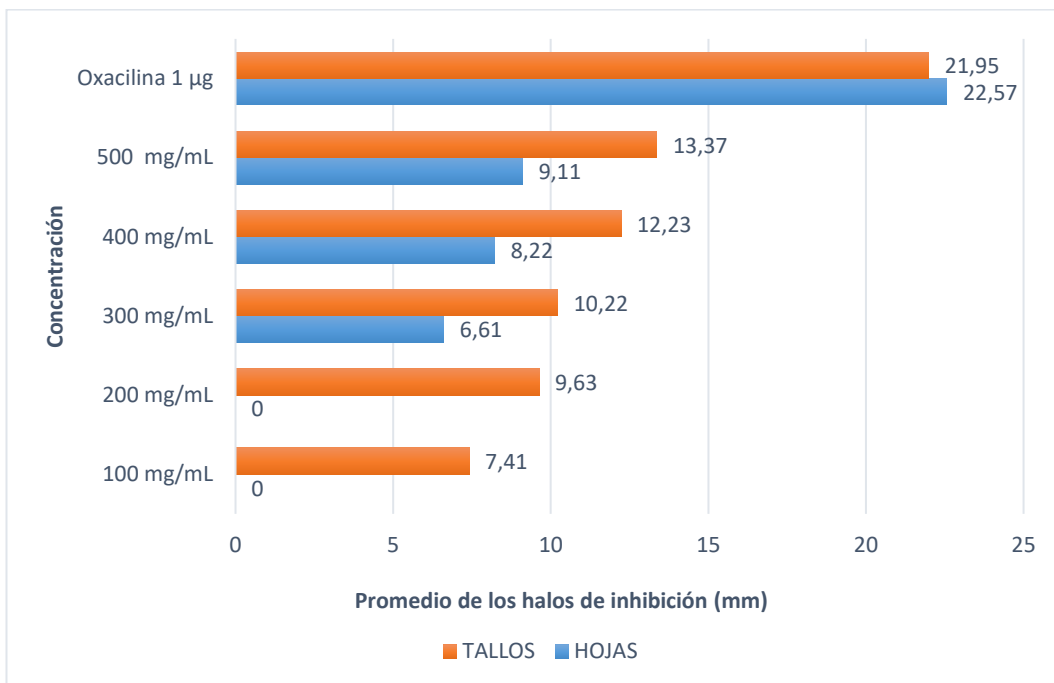
\* p < 0,05; Prueba de análisis de varianza; Prueba de comparaciones múltiple de Tukey (a, b, c, d); número de repeticiones (N)

**Tabla 3.** Concentración mínima inhibitoria y concentración mínima bactericida del extracto hidroalcohólico de las hojas y tallos de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. “huanarpo macho” frente a *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619. Ayacucho 2022.

Tubo (N°)	Concentración (mg/mL)	<i>S. pneumoniae</i> ATCC 49619	
		Hojas	Tallos
1	250,00	-	-
2	125,00	CMB	-
3	62,50	CMI	-
4	31,25	+	-
5	15,60	+	-
6	7,81	+	-
7	3,90	+	CMB
8	1,95	+	CMI
9	0,98	+	+
10	0,48	+	+
11	0,24	+	+
12	0,12	+	+
13	0,06	+	+
14	0,03	+	+
15	Control	+	+

**Leyenda:** (-) No hubo crecimiento; (+) Hubo crecimiento; (CMI) Concentración mínima inhibitoria; (CMB) Concentración mínima bactericida

**Figura 1.** Comparación de los promedios de los halos de inhibición de los tallos y hojas, de las concentraciones de 500, 400, 300 mg/mL. de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. "huanarpo macho". Frente a *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619.



## V. DISCUSIÓN

En la Tabla 1, se puede observar el tamizaje fitoquímico de los extractos hidroalcohólico de las hojas y tallos de *J. macrantha*. Presentan fenoles y/o taninos, azúcares reductores, flavonoides, aminoácidos, catequinas, saponinas, glucósidos y cardiotónicos, lactonas y/o cumarinas, terpenos, alcaloides y quinonas. Asimismo, se evidencia que los tallos tienen ligeramente mayor contenido en algunos de los metabolitos, aunque hay que indicar las pruebas utilizadas son cualitativas. Resultados que se contrastan con la investigación realizado por Tinco-Jayo et al. (2022) identificaron, mediante cromatografía líquida acoplada a detector de masas, la presencia en las hojas de flavonoides, cumarinas y derivados, lactonas sesquiterpénicas y sesquiterpenoides, lactonas terpénicas y terpenoides, ácidos orgánicos, antraquinonas, eudesmanólidos y derivados, fitoprostano, ácidos fenólicos; asimismo, identificaron en los tallos cumarinas y derivados, flavonoides, lactonas sesquiterpénicas y sesquiterpenoides, lactonas terpénicas y terpenoides, ácidos orgánicos, monoterpenoides aromáticos, alcoholes bencílicos, alquil-fenilcetonas. Otro estudio realizado en el estudio del extracto metanólico de los tallos de *J. macrantha* condujo al aislamiento de catequina, catequina-7-O- $\beta$ -d-glucopiranosido y proantocianidina B-3. (Benavides et al., 2006). Asimismo, reportes han evidenciado que el género *Jatropha* presenta péptidos cíclicos, lignanos, flavonoides, cumarinas, alcaloides, ácidos eudesmenoicos y principalmente terpenos (Cavalcante et al., 2020).

Los resultados de la identificación fitoquímica evidencian una diversidad de metabolitos secundarios presentes en *Jatropha macrantha* y muchas de ellas relacionadas a la actividad antibacteriana. Sobre esto, existen varios metabolitos secundarios que han demostrado actividad antibacteriana frente a *Streptococcus pneumoniae*, tales como, los fenoles (ácido gálico, la galocatequina y el ácido

elágico), alcaloides (berberina), flavonoides (quercetina, la apigenina y la luteolina), terpenoides (carvacrol y el timol), taninos (ácido tánico) (Kuklinski, 2000).

Otro de los objetivos de este estudio fue evaluar la actividad antibacteriana del extracto hidroalcohólico de las hojas y tallos de *J. macrantha* frente a *Streptococcus pneumoniae*. Para ello, se determinó la formación de halos de inhibición (Tabla 2). Se evidenció que tanto los extractos de hojas y tallos presenta efecto antibacteriano, ya que formaron halos de inhibición dependiente de la concentración del extracto, a excepción del extracto de hojas a 100 y 200 mg/mL que no formaron halo de inhibición. Los halos de inhibición fueron mayores para los tallos de *J. macrantha*, con valores de 7,41 hasta 13,37 mm, para las concentraciones de 100 mg/mL y 500 mg/mL, respectivamente. Mientras en las hojas, con valores de 6,61 mm hasta 9,11 mm, para las concentraciones de 300 mg/mL y 500 mg/mL, respectivamente.

Mientras la oxacilina (control) presentó 22,5 mm y 21,9 mm de halos de inhibición, que es superior significativamente. En el análisis de comparación de Tukey ( $p < 0,05$ ) en tallo, muestra que las concentraciones de 500 mg/mL y 400 mg/mL presentan el mismo efecto antimicrobiano, así como las concentraciones de 200 mg/mL y 300 mg/mL. Mientras tanto en las hojas, las concentraciones de 400 mg/mL y 500 mg/mL presentan el mismo efecto antimicrobiano.

Estos valores se contrastan con lo reportado por Guevara et al (2012), para el estudio del extracto hidroalcohólico para *Prunus amygdalu* y *Himatanthus sucuumba* que fueron estudiadas frente a cepas de *S. pneumoniae*. Con *P. amygdalu* se inhibió dos cepas, ya que presentó halos de inhibición, el serotipo P-10 (7 mm de diámetro) y el serotipo I-6 (9 mm de diámetro) y con *H. sucuumba*, se inhibió siete cepas y los halos de inhibición fueron de 10 mm (Serotipo MR-4), 9 mm (Serotipo IL-7), 8 mm (Serotipos IL-1, P-10 e I-6) y 7 mm (Serotipos IL-12 y P-4) y tres serotipos *S. pneumoniae* resultaron resistentes. Otro resultado presentado por Laynes (2019), reporta que las hojas de *Senecio canescens*, frente a *S. pneumoniae*, presenta actividad antimicrobiana a concentraciones de 250 mg/mL, 282 mg/mL, 333 mg/mL, 428 mg/mL, obtuvo el promedio de los halos de 7,8 mm; 7,8 mm; 7,7 mm; 8,0 mm, respectivamente. Mientras la investigación presentada por Neira (2017), reporta que las especies de *Clinopodium bolivianum*, *Rosmarinus officinalis*, *Artemisa abrotanum*, *Origanum vulgare*, frente a *S. pneumoniae*, presenta actividad antimicrobiana a concentración de 30mg/mL,

obtuvo el promedio de los halos de 7,6 mm, 12,1 mm, 7 mm, 16,5 mm, respectivamente.

Siguiendo con la evaluación del efecto antibacteriano, en la Tabla 3, se presenta los resultados de la concentración mínima inhibitoria (CMI) y la concentración mínima bactericida (CMB) por efecto del extracto de hojas y tallos de *J. macrantha*. De igual manera, se evidenció que tanto los extractos de hojas y tallos presenta efecto antibacteriano. Adicionalmente, se observa que el extracto de tallos posee mejor efecto antibacteriano respecto al extracto de hojas. Dado que la CMI y CMB de los tallos fue de 1,95 y 3,90 mg/mL, respectivamente, valores inferiores a la de las hojas que presentaron un CMI y CMB de 62,5 y 125 mg/mL, respectivamente. Los valores de CMI y CMB de los tallos de *J. macrantha*, son ligeramente inferiores a los valores obtenidos por el extracto hidroalcohólico de las hojas de *S. canescens*, que evidenció valores de CIM y CMB de 0,49 mg/mL y 0,97 mg/mL, respectivamente (Laynes, 2019). Así mismo lo reportado por Neira (2017), evidencia que la CMI de la especie *Origanum vulgare* y *Rosmarinus officinalis*, frente a *S. pneumoniae*, presenta los valores de 0,93 mg/mL y 1,88 mg/mL respectivamente, que son ligeramente superiores a los valores obtenidos de los tallos de *J. macrantha*. Mientras que la CMI en las hojas de *J. macrantha*, son ligeramente inferiores a los valores obtenidos por el extracto etanólico del propólio peruano, evidenció que a CMI de 50 mg/mL, no muestra evidencia de crecimiento del neumococo (Zavaleta, 2022).

En la figura 1 se visualiza que el extracto hidroalcohólico de las hojas a concentraciones de 100 mg/mL y 200 mL no hubo crecimiento de halos, sin embargo, en el extracto del tallo hubo crecimiento de halos que fueron de 7,41 (100 mg/mL) y 9,63mm (200 mg/mL). En el extracto de 300 mg/mL hubo presencia de halos tanto de las hojas como de los tallos (6,61 y 10,22 mm), en esta concentración el tallo tuvo un mayor grado de inhibición bacteriana en comparación de las hojas. El crecimiento de halos encontrados en las hojas a concentración de 400 mg/mL fue de 8,22 mm y del tallo 12,23 mm con un mejor efecto inhibitorio. Un alto grado de efectividad microbiana presentó en la concentración de 500 mg/mL con una zona alrededor del disco (halos) en las hojas de 9,11 mm y en tallos de 13,37 mm, que es mayor a comparación de las hojas, ambos tienen un efecto inhibitorio.

De los resultados obtenidos se puede concluir que el extracto de hojas y el extracto de tallos de *J. macrantha*, presenta metabolitos secundarios con efecto

antibacteriano frente a *Streptococcus pneumoniae* a las concentraciones evaluadas.

Cabe destacar que la actividad antibacteriana de estos metabolitos secundarios puede variar dependiendo de la concentración, la forma de administración y la sensibilidad específica de las cepas de *S. pneumoniae*. Además, es importante tener en cuenta que la investigación sobre metabolitos secundarios y su actividad antibacteriana está en constante desarrollo, por lo que es posible que se descubran nuevos compuestos en el futuro.

## VI. CONCLUSIONES

1. En hojas y los tallos de *Jatropha macrantha* Müll. Arg., se encontraron los siguientes metabolitos: taninos y/o fenoles, azúcares reductores, flavonoides, aminoácidos, catequinas, saponinas, cardiotónicos y/o glucósidos, cumarinas y/o Lactonas, terpenos, alcaloides y quinonas.
2. El extracto hidroalcohólico de las hojas no presentó efecto antimicrobiano en las concentraciones de 100, 200 mg/mL; mientras tanto a 300, 400, 500 mg/mL presentó efecto antimicrobiano frente a *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619.
3. El extracto hidroalcohólico de los tallos si presentó efecto antimicrobiano en todas las concentraciones frente a *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619.
4. El extracto hidroalcohólico de las hojas presentó menor efecto antimicrobiano en comparación del extracto hidroalcohólico de los tallos.
5. La Concentración Mínima Inhibitoria y la Concentración Mínima Bactericida del extracto hidroalcohólico de las hojas fue de: 62,5 mg/mL y 125 mg/mL respectivamente; mientras que el extracto hidroalcohólico de los tallos fue de: 1,95 mg/mL y 3,90 mg/mL correspondientemente.



## VII. RECOMENDACIONES

- Ampliar estudios de la actividad antibacteriana frente a otras bacterias gram negativas y gram positivas de importancia médica.
- Continuar los estudios de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. “huanarpo macho” utilizando otros órganos de la planta, como: las raíces, flores y así ampliar las investigaciones en el tratamiento de enfermedades.
- Realizar más estudios empleando diferentes solventes para la extracción de los metabolitos secundarios de las hojas y tallos *Jatropha macrantha* Müll. Arg. “huanarpo macho” y evaluarlas frente al género *Streptococcus*.
- Cuantificar los diferentes metabolitos secundarios que se encuentran en los extractos hidroalcohólico de las hojas y tallos de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. “huanarpo macho”.
- Aislar los principales metabolitos secundarios con actividad antimicrobiana y enfrentarlos frente a *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619.
- Evaluar la actividad antimicrobiana con distintas especies de *Jatropha* de hojas y tallos frente a *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, C. (2015). *Efecto broncodilatador del extracto metanólico de hojas y tallos de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. "huanarpo macho" en cobayos*. [Tesis para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutica, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://n9.cl/2e200>
- Apaza, L., Antognoni, F., Potente, G., y Rumbero, Á. (2021). Triterpenoids isolated from *Jatropha macrantha* (Müll. Arg.) inhibit the NF- $\kappa$ B and HIF-1 $\alpha$  pathways in tumour cells. *Natural Product Research*, 35(24), 5843-584. DOI: 10.1080/14786419.2020.1795851
- Ashraf, M. A., Iqbal, M., Rasheed, R., Hussain, I., Riaz, M. y Arif, M. S. (Eds.). (2018). *Environmental Stress and Secondary Metabolites in Plants: An Overview*. Elsevier. <https://acortar.link/DicCtk>
- Benavides, A., Montoro, P., Bassarello, C., Piacente, S. y Pizza, C. (2006). Catechin derivatives in *Jatropha macrantha* stems: Characterisation and LC/ESI/MS/MS quali-quantitative analysis. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 40(3), 639–647. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2005.10.004>
- Beltrán, K. (2013). *Etiología de la infección respiratoria agua (IRA) en adultos mayores de 60 años de un centro de atención geriátrica en Bogotá*. [Tesis de grado Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá-Colombia]. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/1203>
- Bravo, T. (2018). *Síntesis de novedosos derivados de quinonas usando click chemistry*. [Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en Tecnología Médica. Universidad de Talca, Talca Chile]. <https://n9.cl/8s749>
- Cavalcante, N. B., Da Diego Conceição Santos, A. y Da Guedes Silva Almeida, J. R. (2020). The genus *Jatropha* (Euphorbiaceae): A review on secondary chemical metabolites and biological aspects. *Chemico-Biological Interactions*, 318, 108976. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2020.108976>
- Cavalieri, S., Rankin, I., Harbeck, Sautter, RR., McCarter, Y., Ortez, J., R. (2005). Manual de pruebas de susceptibilidad antimicrobiana [Archivo PDF]. <https://n9.cl/13kbj>
- Chávez, H., Palomino, F., Angelino, J., Torres, E., Bendezú, M., García, J., Loja, B., Muñoz, A., M., Alvarado, A. (2021). In vivo bronchodilator evaluation of the ethanolic extract of the stems of *Jatropha macrantha* Müll.Arg. *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*, 9(6), 937-946. <https://n9.cl/3mzss>
- Cushnie, T. P. T. y Lamb, A. J. (2005). Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 26(5), 343–356. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2005.09.002>

- Cushnie, T. P. T. y Lamb, A. J. (2011). Recent advances in understanding the antibacterial properties of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 38(2), 99–107. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2011.02.014>
- Crespo, J. (2019). *Jatropha Macrantha* Huanarpo Macho [Archivo PDF]. <https://bit.ly/3JuKE3U>
- Díaz Puentes y Luz Nelly (2009). Interacciones moleculares entre plantas y microorganismos: saponinas como defensas químicas de las plantas y su tolerancia a los microorganismos. Una revisión. *Revista De Estudios Transdisciplinarios*, 1(2), 32–55.
- De La Cruz, H. (2019). *Efecto broncodilatador de los flavonoides aislados de las hojas y tallos de Jatropha macrantha M. Arg. "huanarpo macho" en anillos traqueales, Ayacucho - 2018*. [Tesis para optar el título profesional de Químico Farmacéutico, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho]. <https://acortar.link/J0Dapg>
- Francis, J., (1951). *Flora of Perú* (1ª ed.). Field museun. Chicago. <https://www.biodiversitylibrary.org/page/2392740#page/7/mode/1up>
- Fernández, N., Magdalena, D., García, J., Aroca, J. (2012). Estudio de sensibilidad a los agentes antimicrobianos. [Archivo PDF]. <https://bit.ly/3jnmMEF>
- Flores, I. (2017). *Plan de educación continua para evitar los errores de prescripción en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda del Hospital Rafael Ruiz*. [Trabajo de Investigación para Obtener el Título de Magister, Universidad Regional Autónoma de los Andes, Abato-Ecuador]. <https://bit.ly/3WPVDbk>
- Forbes, B. A., Sahm, D. F., Weissfeld, A. S., Trevino, E. A., Bailey, W. R. y Scott, E. G. (cop 2009). *Diagnóstico microbiológico* (12ª ed.). Médica Panamericana.
- García, A., Zamudio, M., González, R. (2017). Manual de Laboratorio de Microbiología Médica. Universidad Nacional Autónoma de México [Archivo PDF]. <https://bit.ly/3Hc8VJa>
- Guevara, J. M., Fuertes, C., Valencia, E., Guevara, J. M. M., Zerpa, R., Béjar, V., Patiño, L., Celis, J. C. (2012). Acción in vitro de diez plantas medicinales sobre diez cepas diferentes de *Streptococcus pneumoniae*. *Anales de la Facultad de Medicina*, 73(4), 281-284. <https://bit.ly/3XPMeBF>
- IDEXX Laboratories. (2022). *Guía microbiológica para interpretar la concentración mínima inhibitoria (CMI)*. [Archivo PDF]. <https://bit.ly/3XOwf74>
- Instituto Nacional de Salud. (2002). *Manual de procedimientos para la prueba de sensibilidad antimicrobiana por el método de disco difusión*. [Archivo PDF]. [https://antimicrobianos.ins.gob.pe/images/contenido/documentos/nacionales/manua\\_I\\_sensibilidad.pdf](https://antimicrobianos.ins.gob.pe/images/contenido/documentos/nacionales/manua_I_sensibilidad.pdf)
- Kuklinski, C. (2000). Farmacognosia: Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural. *Omega*. <https://goo.su/qLXW>

- Heredia, I., Burga, J., Lara, E. (2016). *Extracción de alcaloides del Huanarpo macho (Jatropha macrantha Muell. Arg) en un equipo Soxhlet con mezcla de solventes Ciclohexano—Etanol*. [Tesis para optar el título de ingeniero Químico. Universidad Nacional del Callao Callao-Perú.] <https://bit.ly/40g6QVy>
- Horna, G., Silva, M., Vicente, W., Tamariz, J. (2005). Concentración mínima inhibitoria y concentración mínima bactericida de ciprofloxacina en bacterias uropatógenas aisladas en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas. *Revista Médica Herediana*, 16(1), 39-45. <https://bit.ly/2JgeFSm>
- Huamán, V. (2021). *Efecto antioxidante de los compuestos fenólicos de hojas y tallos de Jatropha macrantha Müll. Arg. "Huanarpo macho"*. [Tesis para optar el título profesional de Químico Farmacéutica, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://bit.ly/3ReXtRS>
- Holt, J., Krieg, N., Sneath, P., Staley, J., Williams, S. (1994). *Bergey's manual of systematic bacteriology*. Williams & Wilkins. <https://goo.su/T4oyDN>
- Laynes, R. (2019). *Efecto antibacteriano de extracto hidroalcohólicos de las hojas de las hojas de Borago officinalis L. "borrajas" y Senecio canescens (H.&B.) Cuatr. "anqoripa" frente a Streptococcus pneumoniae ATCC 49619*. [Tesis para optar el título profesional de Biólogo. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <https://acortar.link/oALMLg>
- León, B., Riina, R., Berry, P. (2006). Euphorbiaceae endémicas del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 13(2). <https://bit.ly/3Rxo4db>
- López, I., Leyva, E., García, R. (2011). Las naftoquinonas: Más que pigmentos naturales. *Revista mexicana de ciencias farmacéuticas*, 42(1), 6-17. <https://bit.ly/3WTW8ky>
- López, J., Canales, M., Urvano, A. (2012). *Manual de laboratorio de microbiología para el diagnóstico de infecciones respiratorias*. España: OmniaScience. <https://bit.ly/40dqkKp>
- Lorenzo, P., Moreno, A., Lizasoain, I., Leza, J.C., Moro, M.A, Portolés, A. (2008). *Velasquez Farmacología básica y clínica* (18 ed.). Editorial Panamericana. <https://acortar.link/n9wDYV>
- Ministerio de Salud (MINSa). (2022). *Boletín Epidemiológico del Perú*. <https://bit.ly/3JmyIGV>
- Miranda M, Cuellar A. *Manual de prácticas de laboratorio farmacognosia y productos naturales*. 1era ed. Universidad de la Habana; 2000.
- Mendoza, N. (2006). Actualidades farmacológicas. *Revista De La Faculta De Medicina*. UNAM, 49(4), 169–171. <https://acortar.link/b3qEyw>
- MDM Científica. (2023). *La importancia de las cepas ATCC Microbiologics en tus cultivos para microbiología – MDM Científica*. <https://mdmcientifica.com/cepasatcc/>

- Neira, J. (2018). *Evaluación de la actividad antimicrobiana de los extractos etanólicos de las plantas medicinales utilizadas por los pobladores de Tuctumpaya, Quequeña y Chiguata, frente a bacterias gram positivas: Staphylococcus aureus – Streptococcus pneumoniae causantes de infecciones de importancia médica*. [Tesis para optar el título de Biólogo. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <https://bit.ly/3JqGUQU>
- Nieto, P., Riquelme, S., Rediel, C., Kalergis, A., Bueno, S. (2013) Elementos genéticos que regulan *Streptococcus pneumoniae*. Virulencia y Evasión de inmunidad.  
[https://www.researchgate.net/publication/233796872\\_Gene\\_Elements\\_that\\_Regulate\\_Streptococcus\\_pneumoniae\\_Virulence\\_and\\_Immunity\\_Evasion](https://www.researchgate.net/publication/233796872_Gene_Elements_that_Regulate_Streptococcus_pneumoniae_Virulence_and_Immunity_Evasion)
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021). *Neumonía*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/pneumonia>
- SEIMC. (2000). *Procedimientos en Microbiología Clínica. Métodos básicos para el estudio de la sensibilidad a los antimicrobianos*. España: SEIMC. [Archivo PDF]. <https://bit.ly/3RImCdO>
- Sepúlveda, G., Porta, H., Rocha, M. (2003). La Participación de los metabolitos secundarios en la defensa de las plantas. *Revista Mexicana De Fitopatología*, 21(3), 355–363.
- Sabandar, C. W., Ahmat, N., Jaafar, F. M. y Sahidin, I. (2013). Medicinal property, phytochemistry and pharmacology of several *Jatropha* species (Euphorbiaceae): A review. *Phytochemistry*, 85, 7–29. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2012.10.009>
- Sisa, M. (2017). *Evaluación de extractos vegetales como alternativa ecológica para accionar el enraizamiento de estacas de rosa (Rosa spp)*. [Tesis para optar el título de Ingeniería Agrónoma. Universidad Técnica de Ambato Cevallos-Ecuador]. <https://acortar.link/7oE2kWg>
- Pineda, E. B. y Alvarado, E. L. de. (2008). *Metodología de la investigación* (Tercera edición). *Serie PALTEX para ejecutores de programas de salud: no. 47*. Organización Panamericana de la Salud.
- Prado, J. (2001). Conceptos microbiológicos de *Streptococcus pneumoniae*. *Revista chilena de infectología*, 18(supl. 1), 6-9. <https://doi.org/10.4067/S0716-10182001000000002>
- Ramos, E. (2013). *Enfermedad neumocócica invasiva: Mecanismos moleculares de patogenicidad y protección*. [Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, Madrid - España]. <https://bit.ly/40fqT6h4>
- Rodríguez, A. (2017). *Efecto del extracto etanólico de Jatropha macrantha sobre la presión arterial en Rattus rattus var. Albinus*. [Tesis para optar el título de biólogo. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo-Perú.] <https://bit.ly/3XMbvNa>

- Rodríguez-Acosta, M., Vega-Flores, K., Gente-Flores, V. H. de y Jiménez-Ramírez, J. (2009). Distribución del género *Jatropha* L. (Euphorbiaceae en el estado de Puebla, México. *Polibotánica*, 28, 37–48.
- Tinco, J., y Aguilar, E. (2014). *Efecto vasorrelajante del extracto hidroalcohólico de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. "Huanarpo macho" en anillos aórticos aislados. Ayacucho, 2014.* [Archivo PDF]. <https://bit.ly/3jcnYuL>
- Tinco, A., Arroyo, J. y Bonilla, P. (2011). Efecto del extracto metanólico de *Jatropha macrantha* Müll. Arg., en la disfunción eréctil inducida en ratas. *Anales De La Facultad De Medicina*, 72(3), 161–168.
- Tinco-Jayo, J. A., Aguilar-Felices, E. J., Enciso-Roca, E. C., Arroyo-Acevedo, J. L. y Herrera-Calderon, O. (2021). Phytochemical Screening by LC-ESI-MS/MS and Effect of the Ethyl Acetate Fraction from Leaves and Stems of *Jatropha macrantha* Müll Arg. On Ketamine-Induced Erectile Dysfunction in Rats. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 27(1). <https://doi.org/10.3390/molecules27010115>
- Tотора, G., Funke, B., Case, C. (2007). *Introducción a la Microbiología* (9° ed.). Editorial Panamericana. <https://acortar.link/fW3RAn>
- Vega, R. (2019). *Actividad antimicrobiana de aceites esenciales obtenidos por dos métodos de extracción diferentes de tres especies vegetales medicinales peruanas frente a *Streptococcus pneumoniae*.* [Tesis para optar el título de bióloga. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú.] <https://bit.ly/3wGPEeo>
- Varas, D. (2004). *Análisis de flavonoides en plantas medicinales del sur de Chile con técnica HPLC* [Tesis de grado, Universidad Austral de Chile, Valdivia-Chile]. <https://acortar.link/6woJaC>
- Villar, A. (1999). *Farmacognosia General*. España, Síntesis. <https://bit.ly/3RjSfEq>
- Zavaleta, A., y Medina, E. (2017). Efecto sinérgico del 2,4-Diclorofenoxiacético y el Bencilaminopurina en la inducción de callos de *Jatropha macrantha* (Euphorbiaceae). *REBIOL*, 37(2), Art. 2. <https://bit.ly/3WK3oiN>
- Zevallos, L. (2004). *Eficacia de la antibioticoterapia empírica en pacientes con neumonía comunitaria: Servicio de Emergencia del HCPNP.* [Tesis para optar el título de especialista en medicina de emergencias y desastres. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú.] <https://bit.ly/3DqSlo4>

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Constancia de identificación botánica de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. "huanarpo macho".

## **CONSTANCIA**

### **LA BIÓLOGA LAURA AUCASIME MEDINA ESPECIALISTA EN TAXONOMÍA Y SISTEMÁTICA DE PLANTAS DEJA CONSTANCIA:**

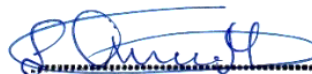
Que, el Bachiller en Ciencias Biológicas **Sr. Juan Carlos, CONDORAY FLORES**, ha solicitado la identificación de una muestra vegetal para trabajo de tesis.

Dicha muestra ha sido estudiada y determinada según el Sistema de Clasificación de Cronquist. A. 1988, siendo su taxonomía la siguiente:

DIVISIÓN	:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	:	MAGNOLIOPSIDA
SUB CLASE	:	ROSIDAE
ORDEN	:	EUPHORBIALES
FAMILIA	:	EUPHORBIACEAE
GÉNERO	:	<i>Jatropha</i>
ESPECIE	:	<b><i>Jatropha macrantha M. Arg.</i></b>
N. V..	:	"huanarpo macho."

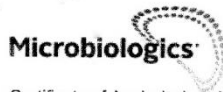
Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 3 de Sertiembre del 2 021

  
**LAURA AUCASIME MEDINA**  
**BIÓLOGA**  
**Reg. C.B.R. N° 583 C.R. - XIII**




**Anexo 2. Certificado de calidad de la cepa *Streptococcus pneumoniae* ATCC.**



**Certificate of Analysis: Lyophilized Microorganism Specification and Performance Upon Release**

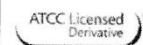
<b>Specifications</b> <b>Microorganism Name:</b> Streptococcus pneumoniae <b>Catalog Number:</b> 0947 <b>Lot Number:</b> 947-144** <b>Reference Number:</b> ATCC® 49619™* <b>Passage from Reference:</b> 3	<b>Expiration Date:</b> 2023/4/30 <b>Release Information:</b> <b>Quality Control Technologist:</b> Alexandra D Quevi <b>Release Date:</b> 2021/6/25
---	--

Performance	
<b>Macroscopic Features:</b> Small to medium, circular, translucent, alpha hemolytic colonies. <b>Microscopic Features:</b> Gram positive, lancet and occasionally ovoid shaped, cocci typically in pairs, also singly, or short chains.	<b>Medium:</b> CNA <b>Method:</b> Gram Stain (1)
<b>ID System:</b> MALDI-TOF (1) See attached ID System results document.	<b>Other Features/ Challenges: Results</b> (1) Catalase (3% Hydrogen Peroxide): negative Optochin differential: Sensitive (6 mm disks: >= 14 mm) (1) Oxacillin (1 mcg - Disk Susceptibility): <= 12 mm (1) Cefotaxime (30 mcg - Disk Susceptibility): 31 - 39 mm (1) Ceftriaxone (30 mcg - Disk Susceptibility): 30 - 35 mm  <div style="text-align: right;">                           Amanda Kuperus                          Quality Control Manager                          AUTHORIZED SIGNATURE                     </div>

\*\*Disclaimer: The last digit(s) of the lot number appearing on the product label and packing slip are merely a packaging event number. The lot number displayed on this certificate is the actual base lot number.

Refer to the enclosed product insert for instructions, intended use and hazard/safety information.

Individual products are traceable to a recognized culture collection.



(\*) The ATCC Licensed Derivative Emblem, the ATCC Licensed Derivative word mark and the ATCC catalog marks are trademarks of ATCC, Microbiologics, Inc. is licensed to use these trademarks and to sell products derived from ATCC® cultures.

(1) These tests are accredited to ISO/IEC 17025.



**Anexo 3.** Procedimiento de la extracción hidroalcohólica de los tallos de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. “huanarpo macho”.



Planta de *Jatropha macrantha* Müll. Arg.



Secado de los tallos de *Jatropha macrantha* Müll. Arg.



Molienda de los tallos de la muestra.



Concentración de la muestra mediante rotavapor Buchi.



Filtración por gravedad de la muestra.



Maceración de la muestra en frascos de vidrio.



Secado de la muestra a temperatura 40°C



Muestra de tallos de *Jatropha macrantha* Müll. Arg.



Envasado y almacenamiento de *Jatropha macrantha* Müll. Arg.

**Anexo 4.** Procedimiento de la extracción hidroalcohólico de las hojas de *Jatropha macrantha* Müll Arg “huanarpo macho”.



Planta de *Jatropha macrantha* Müll. Arg.



Secado de las hojas de *Jatropha macrantha* Müll. Arg.



Molienda de las hojas de la muestra.



Concentración de la muestra mediante rotavapor Buchi.



Filtración por gravedad de la muestra.



Maceración de la muestra en frascos de vidrio.



Secado de la muestra a temperatura 40°C



Muestra de hojas de *Jatropha macrantha* Müll. Arg.

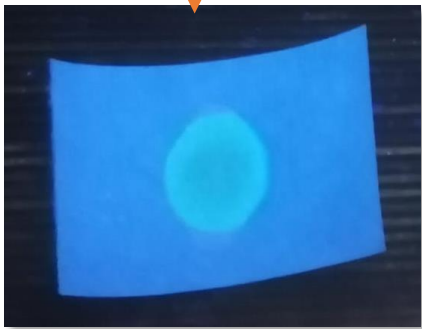


Envasado y almacenamiento de *Jatropha macrantha* Müll. Arg.

**Anexo 5.** Tamizaje fitoquímico de los tallos *Jatropha Macrantha* Müll. Arg. “huanarpo macho”.

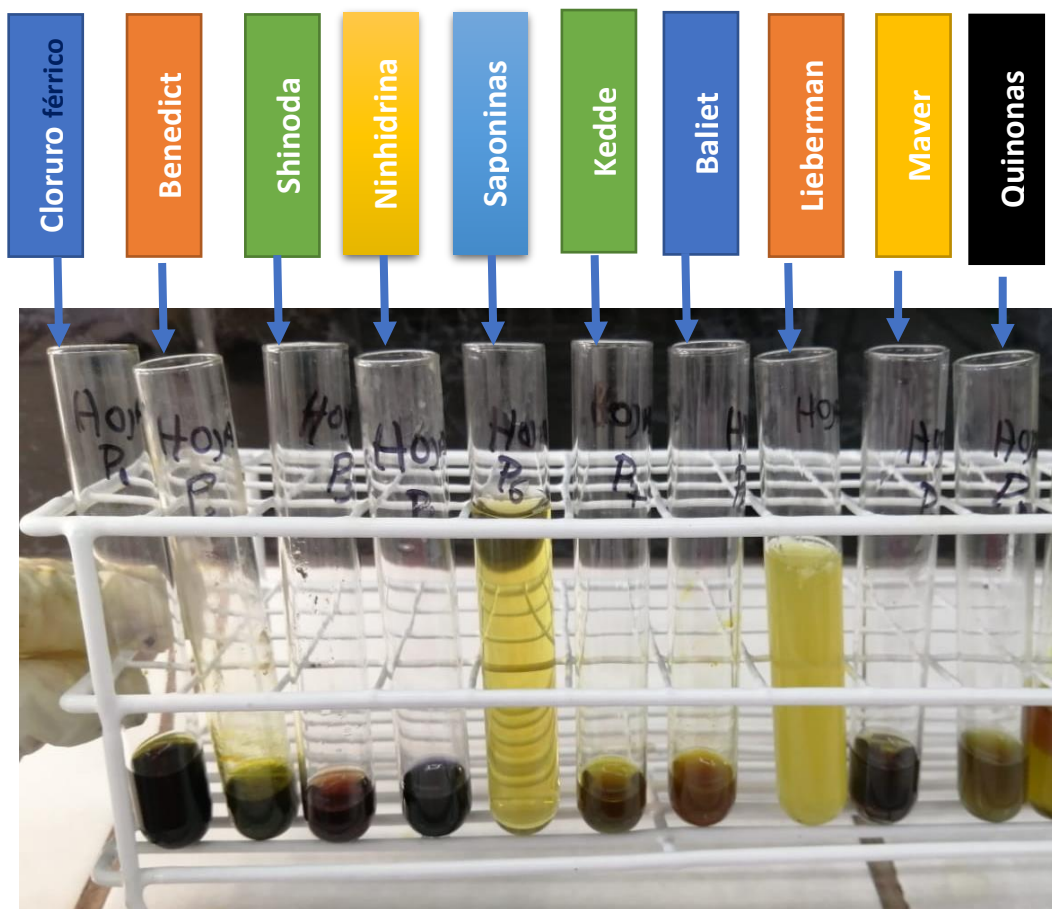


Catequinas



Observación de la presencia de catequinas, mediante el equipo de inflorescencia.

**Anexo 6.** Tamizaje fitoquímico de las hojas *Jatropha Macrantha* Müll. Arg "huanarpo macho".



Catequinas



Observación de la presencia de catequinas, mediante el equipo de inflorescencia.

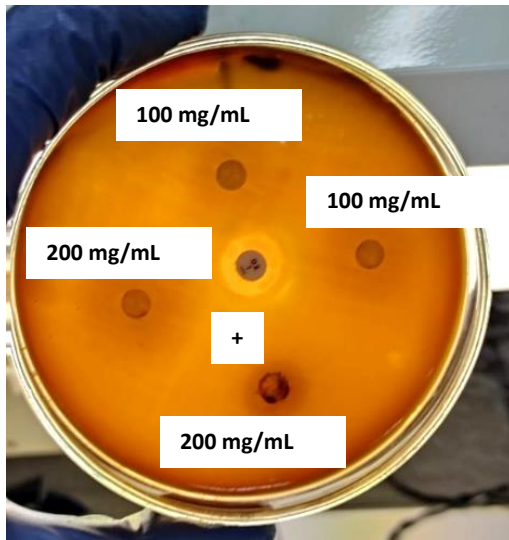
Anexo 7. Preparación de los medios de cultivo.



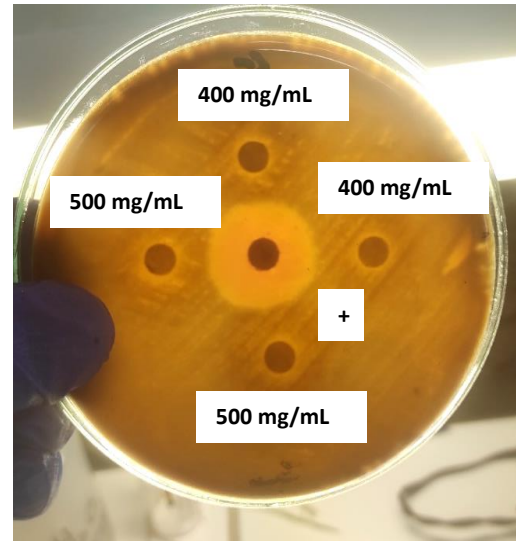
**Anexo 8.** Reactivación de cepas de *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619, enviadas por el Laboratorio Gen Lab del Perú.



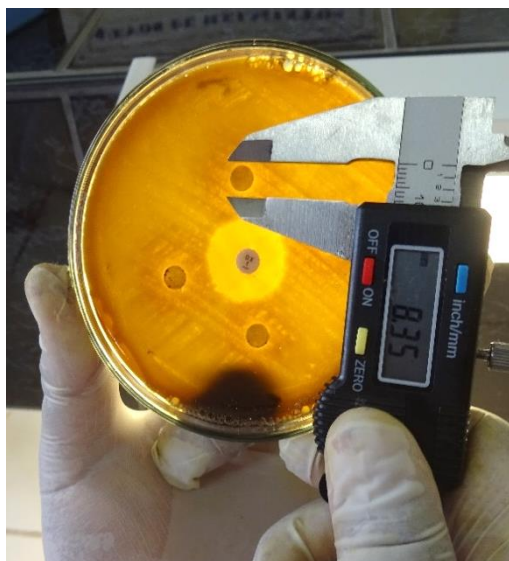
**Anexo 9.** Halos de inhibición del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Jatropha macrantha* Müll. Arg frente a *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619.



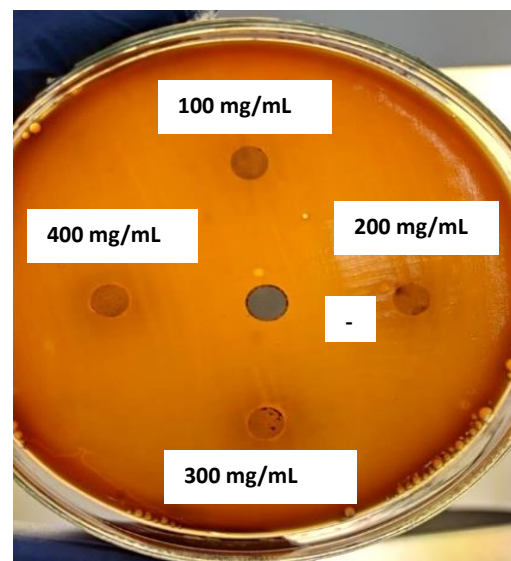
Concentración 100 mg/mL y 200 mg/mL



Concentración 400 mg/mL, 500 mg/mL mg/mL



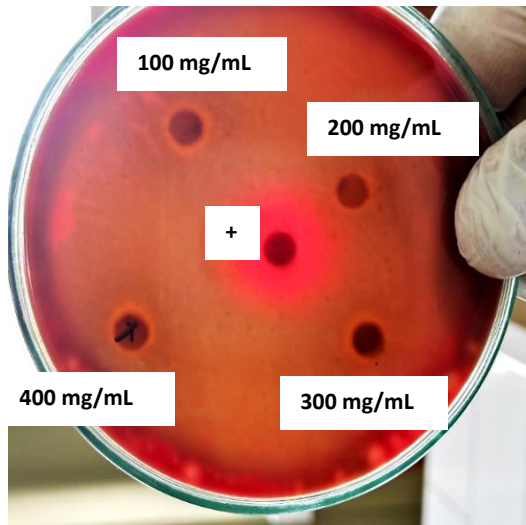
Concentración 400 mg/mL, 500 mg/mL mg/m



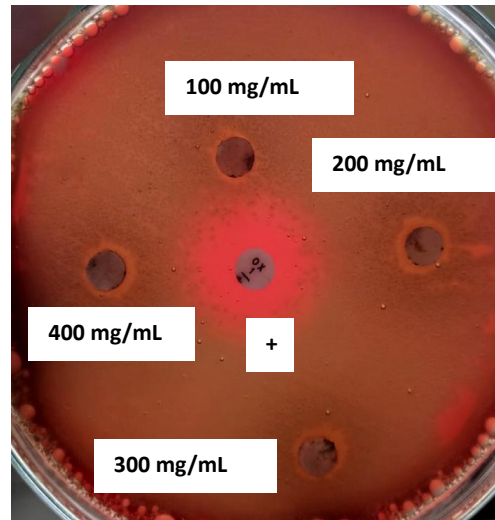
Concentración 100 mg/mL, 200 mg/mL, 300 mg/mL, 400 mg/mL



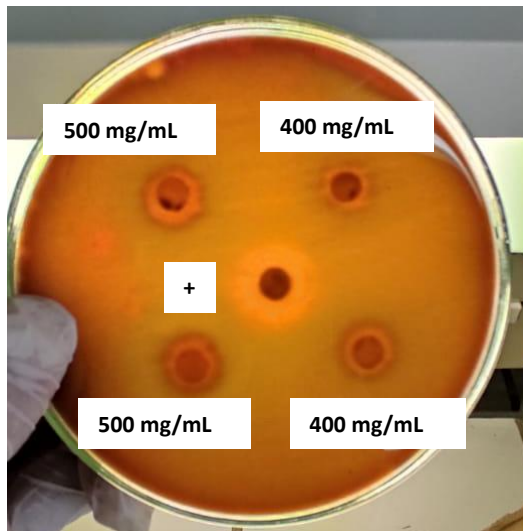
**Anexo 10.** Halos de inhibición del extracto hidroalcohólico de los tallos de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. Frente a *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619.



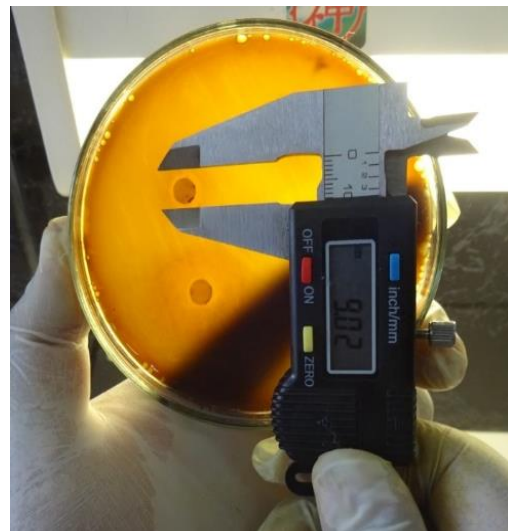
Concentración 100 mg/mL, 200 mg/mL, 300 mg/mL 400 mg/mL



Concentración 100, 200, 300, 400 mg/mL

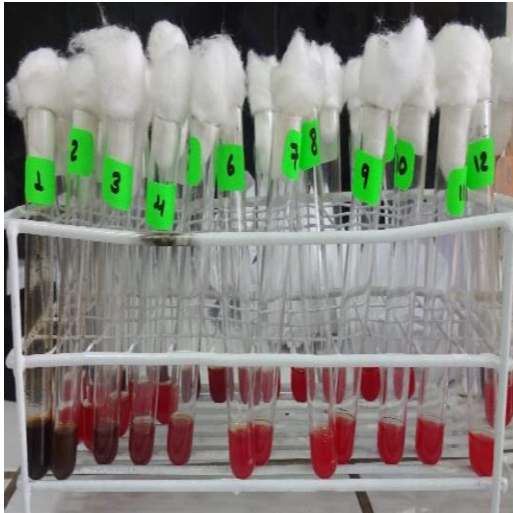


Concentración 400 mg/mL y 500 mg/mL

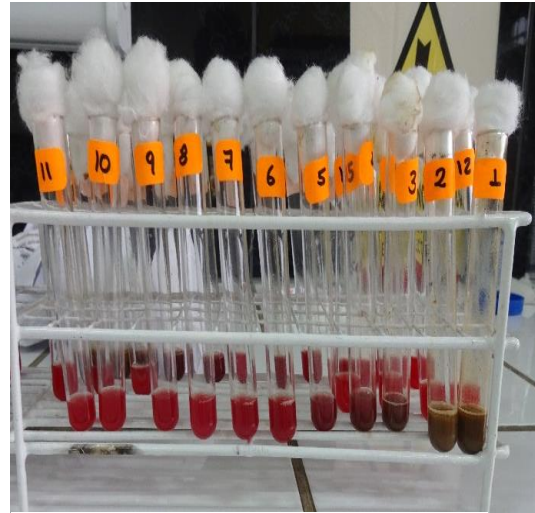


Concentración 100 mg/mL y 200 mg/mL

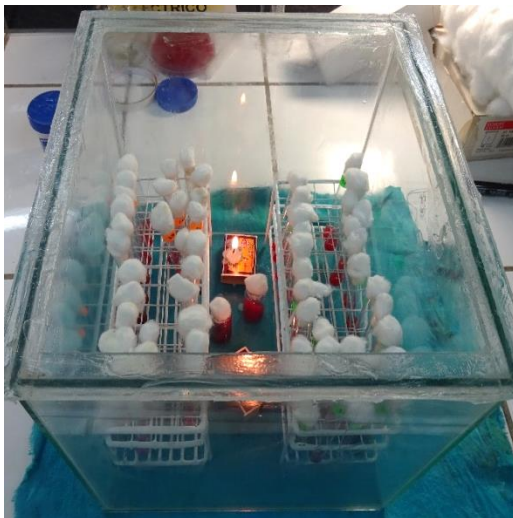
**Anexo 11.** Concentración mínima inhibitoria de los extractos hidroalcohólico de las hojas y tallos de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. En caldo Mueller Hinton suplementado con sangre de cordero 5%.



CMI de las hojas



CMI de los tallos

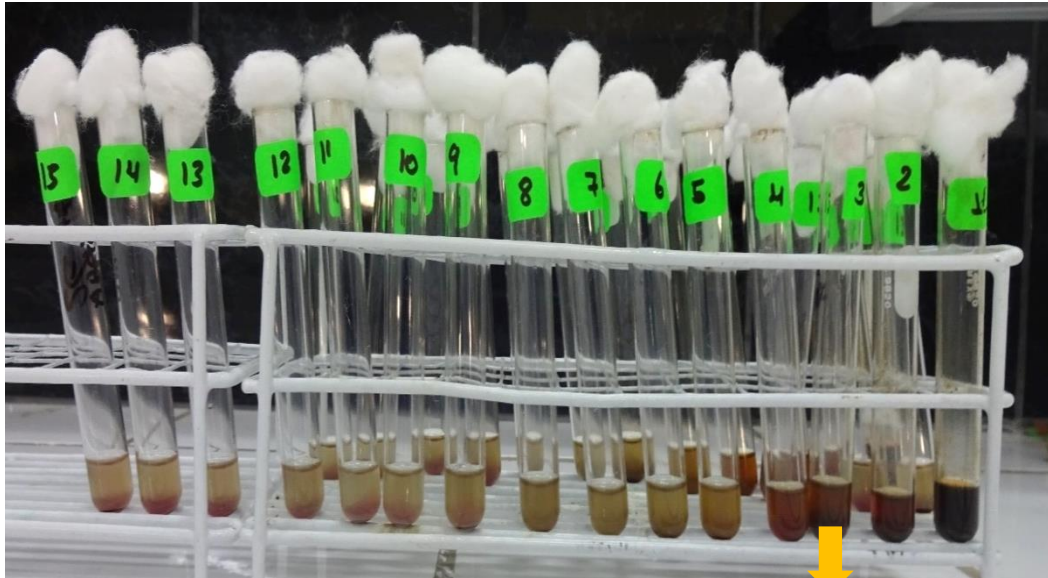


Muestras en la cámara de anaerobiosis



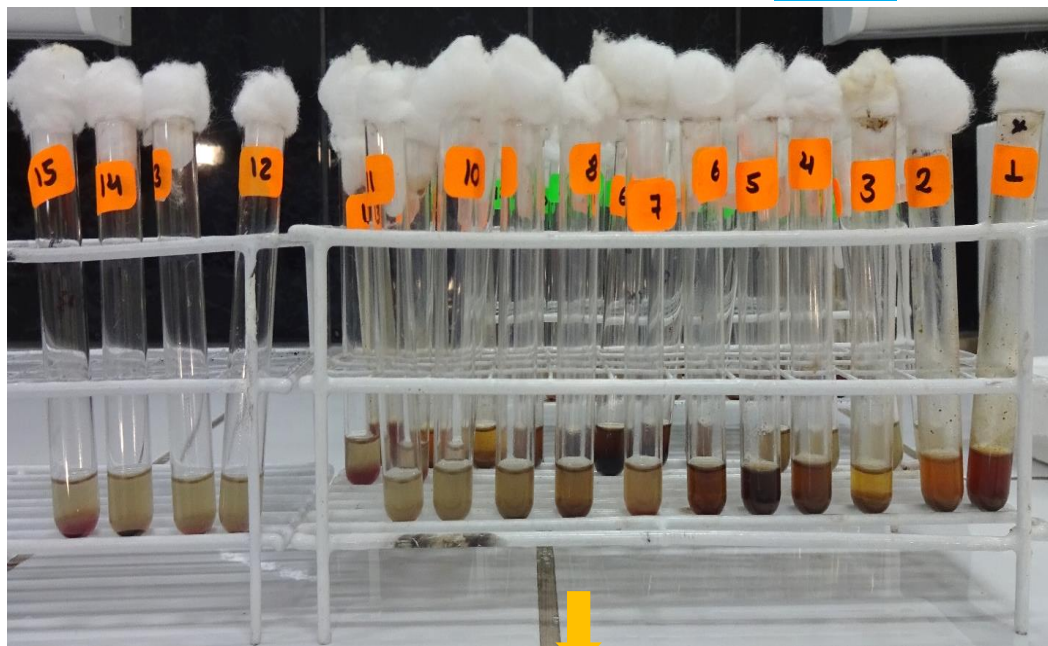
La cámara de anaerobiosis en la estufa

**Anexo 12.** Resultado de la concentración mínima inhibitoria del extracto hidroalcohólico de las hojas y tallos de *Jatropha macrantha* frente a *S. pneumoniae* ATCC 49619 en caldo Mueller Hinton suplementado con sangre de cordero 5%.



CMI de las Hojas: Tubo 3

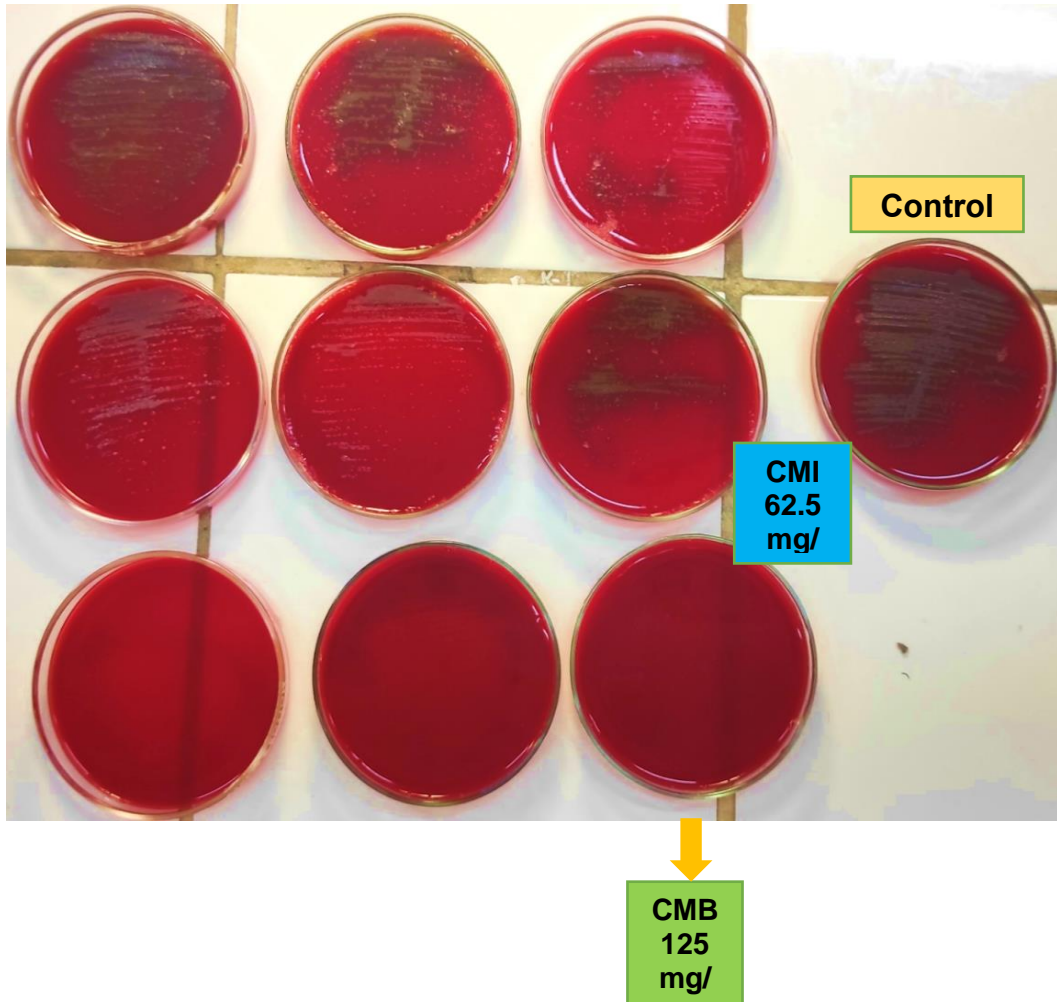
CMI  
62.5  
mg/m



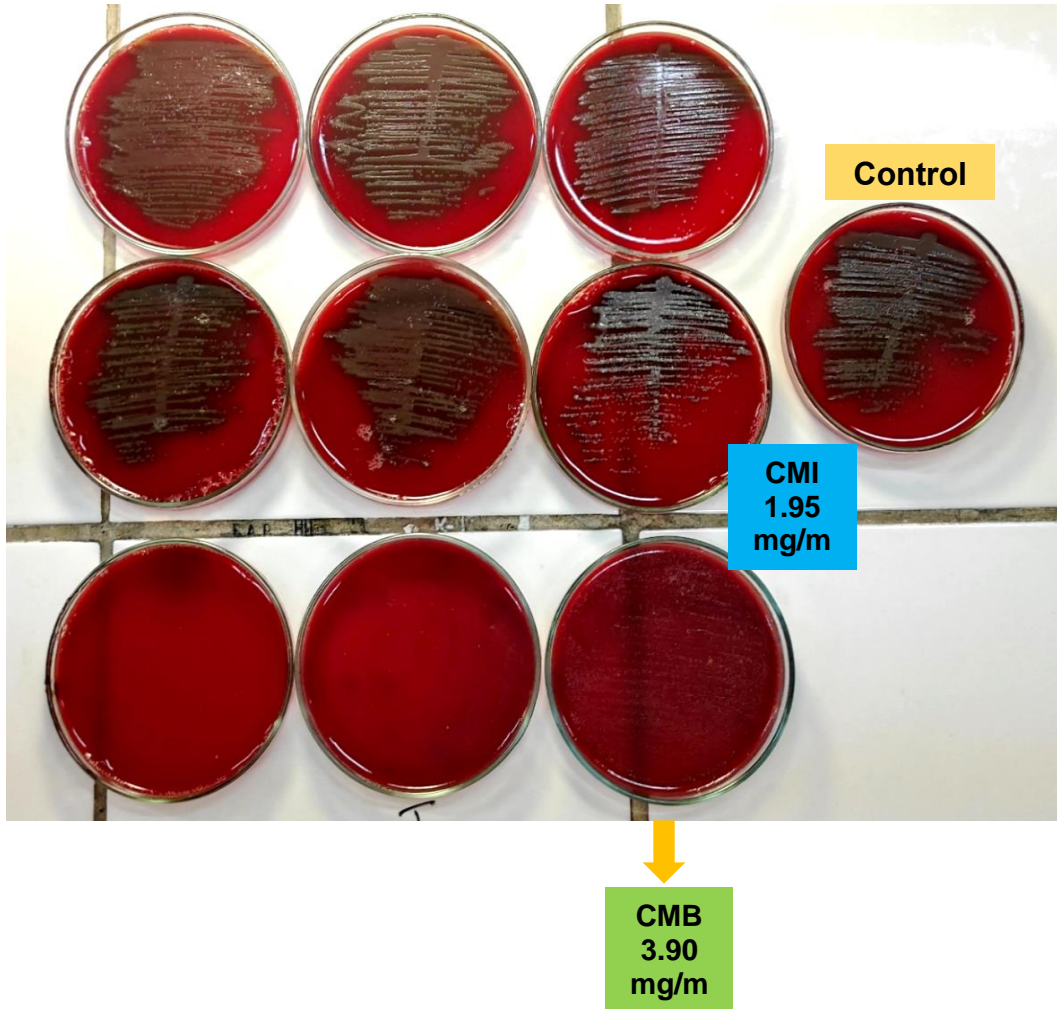
CMI de los Tallos: Tubo 8

CMI  
1.95  
mg/m

**Anexo 13.** Concentración mínima bactericida del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Jatropha macrantha* frente a *S. pneumoniae* ATCC 49619 en agar Mueller Hinton suplementado con sangre de cordero 5%.



**Anexo 14.** Concentración mínima bactericida del extracto hidroalcohólico de los tallos de *Jatropha macrantha* frente a *S. pneumoniae* ATCC 49619 en agar Mueller Hinton suplementado con sangre de cordero 5%.



**Anexo 15.** Prueba de normalidad (P) de los halos de inhibición del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. "huanarpo macho" frente a *S. pneumoniae* ATCC 49619.

<b>Concentración del extracto</b>	<b>Shapiro Wilk</b>	
	<b>A-Cuadrado</b>	<b>Valor P</b>
Oxacilina 1 µg	0,34	0,273
500 mg/mL	0,23	0,572
400 mg/mL	0,25	0,521
300 mg/mL	0,45	0,118
200 mg/mL	-	-
100 mg/mL	-	-

El valor de  $P > 0,05$ . Muestra la distribución normal de la muestra.

**Anexo 16.** Análisis de Varianza de los halos de inhibición del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. "huanarpo macho" frente a *S. pneumoniae* ATCC 49619.

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Concentración	3	651.787	217.262	620.35	0.000
Error	12	4.203	0.350		
Total	15	655.990			

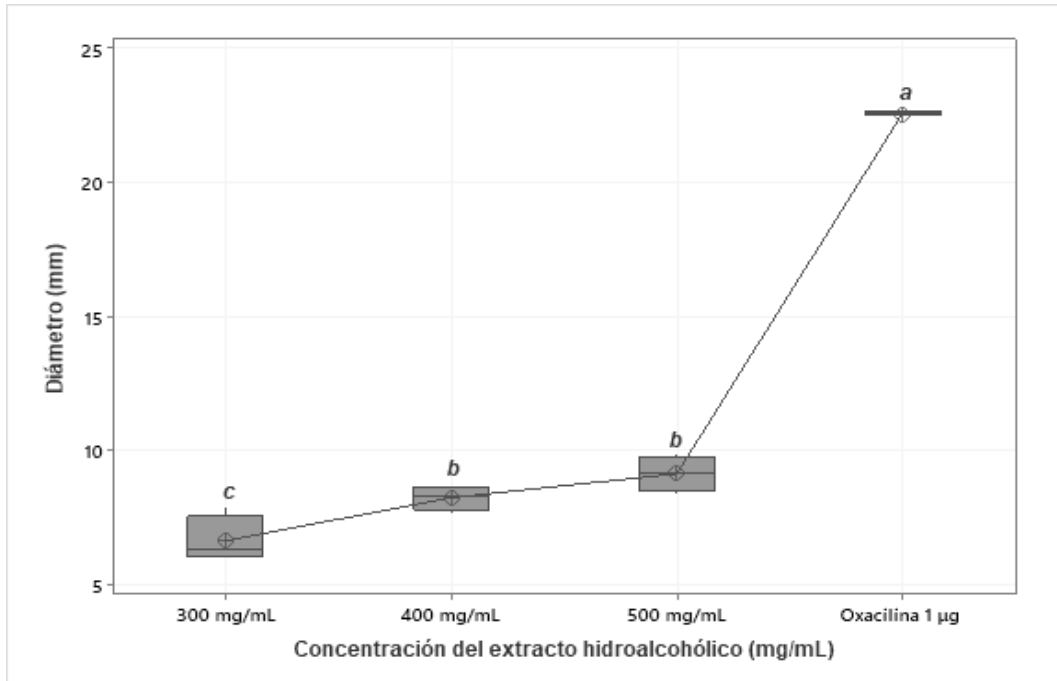
**Anexo 17.** Análisis de comparación múltiple en grupos de Tukey de los halos de inhibición del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. “huanarpo macho” frente a *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619.

<b>Concentración</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
Oxacilina 1 µg	4	22.5725	a
500 mg/mL	4	9.112	b
400 mg/mL	4	8.217	b
300 mg/mL	4	6.607	c

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.



**Anexo 18.** Análisis de comparación múltiple en grupos de Tukey de los halos de inhibición del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. “huanarpo macho” frente a *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619.



**Anexo 19.** Prueba de normalidad (P) de los halos de inhibición del extracto hidroalcohólico de los tallos de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. “huanarpo macho” frente a *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619.

Concentración del extracto	Shapiro Wilk	
	A-Cuadrado	Valor P
Oxacilina 1 µg	0,20	0,689
500 mg/mL	0,33	0,295
400 mg/mL	0,25	0,510
300 mg/mL	0,49	0,092
200 mg/mL	0,23	0,571
100 mg/mL	0,19	0,721

El valor de  $P > 0,05$ . Muestra la distribución normal de la muestra.

**Anexo 20.** Análisis de Varianza de los halos de inhibición del extracto hidroalcohólico de los tallos de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. "huanarpo macho" frente a *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619.

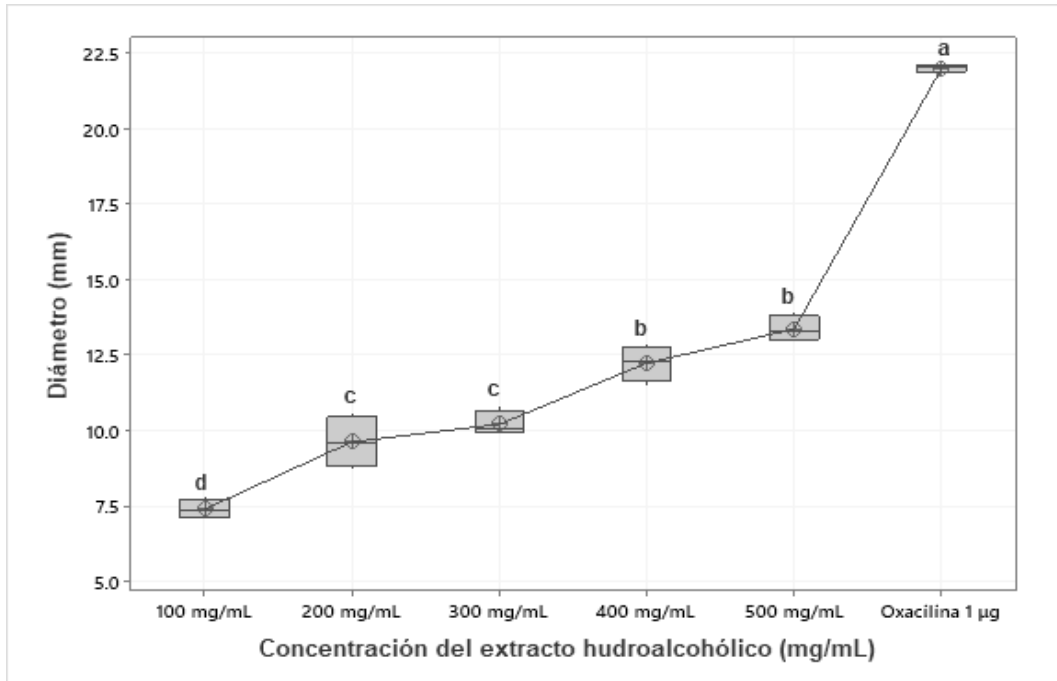
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Concentración	5	521,059	104,212	404,77	0.000
Error	18	4.634	0,257		
Total	23	525,693			

**Anexo 21.** Análisis de comparación múltiple en grupos de Tukey de los halos de inhibición del extracto hidroalcohólico de los tallos de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. “huanarpo macho” frente a *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619.

<b>Concentración</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
Oxacilina 1 µg	4	21,990	a
500 mg/mL	4	13,365	b
400 mg/mL	4	12,237	b
300 mg/mL	4	10,217	c
200 mg/mL	4	9,633	c
100 mg/mL	4	7,405	d

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

**Anexo 22.** Análisis de comparación múltiple en grupos de Tukey de los halos de inhibición del extracto hidroalcohólico de los tallos de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. “huanarpo macho” frente a *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619.



Anexo 23. Matriz de consistencia.

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Efecto antibacteriano del extracto Hidroalcohólico de las hojas y tallos de <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg. "huanarpo macho" frente a <i>Streptococcus pneumoniae</i> ATCC 49619. Ayacucho 2022.</p>	<p>¿El extracto hidroalcohólico de las hojas y tallos de <i>Jatropha macrantha</i> Müll? Arg. "huanarpo macho" tendrán efecto antibacteriano frente a <i>Streptococcus pneumoniae</i> ATCC 49619?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Determinar el efecto antibacteriano del extracto Hidroalcohólico de <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg. "huanarpo macho" frente a <i>Streptococcus pneumoniae</i> ATCC 49619.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar cualitativamente los principales metabolitos secundarios mediante tamizaje fitoquímico de los extractos hidroalcohólicos de las hojas y tallos de <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg. "huanarpo macho".</li> <li>• Determinar el efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg. "huanarpo macho" a concentraciones de 100, 200, 300, 400 y 500 mg/mL frente a <i>Streptococcus pneumoniae</i> ATCC 49619.</li> <li>• Determinar el efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de los tallos de <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg. "huanarpo macho" a concentraciones de 100, 200, 300, 400 y 500 mg/mL frente a <i>Streptococcus pneumoniae</i> ATCC 49619.</li> <li>• Comparar el efecto antibacteriano de los extractos hidroalcohólicos de las hojas con los tallos de <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg. "huanarpo macho". Frente a <i>Streptococcus pneumoniae</i> ATCC 49619.</li> <li>• Determinar la Concentración Mínima Inhibitoria y la Concentración Mínima Bactericida del extracto hidroalcohólico de las hojas y tallos de <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg. "huanarpo macho" frente a <i>Streptococcus pneumoniae</i> ATCC 49619.</li> </ul>	<p><b>Antecedentes</b> <b>Marco conceptual</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Efecto antimicrobiano</li> <li>• Extracto hidroalcohólico</li> <li>• Halos de inhibición</li> <li>• Concentración mínima inhibitoria</li> <li>• Concentración mínima bactericida</li> <li>• Antibiótico</li> <li>• Antimicrobiano</li> </ul> <p>Bases teóricas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg.</li> <li>• <i>Streptococcus pneumoniae</i></li> <li>• Infecciones respiratorias agudas (IRAS)</li> <li>• Neumonía</li> <li>• Oxacilina</li> <li>• Metabolitos secundarios</li> <li>• Métodos básicos para el estudio de la sensibilidad antimicrobiana</li> </ul>	<p>El extracto hidroalcohólico de las hojas y tallos de <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg. "huanarpo macho" tienen efecto antibacteriano sobre <i>Streptococcus pneumoniae</i> ATCC 49619.</p>	<p><b>Variable independiente</b></p> <p>Extractos Hidroalcohólicos de las hojas y tallos de <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg. "huanarpo macho"</p> <p><b>Variables dependientes</b></p> <p>Cepa de <i>Streptococcus pneumoniae</i> ATCC 49619.</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b> Básica- Experimental</p> <p><b>Muestra:</b> 500 g de hojas y tallos de <i>Jatropha macrantha</i> Müll. Arg.</p> <p><b>Diseño:</b> completamente aleatorizado con cinco tratamientos y cuatro tratamientos.</p> <p><b>Técnicas:</b> Observación - experimentación</p> <p><b>Análisis</b> Los resultados de realizó mediante la prueba de análisis de varianza (ANOVA), posterior a ello se realizó la prueba de Tukey, a nivel de confianza de 95%. Utilizando el paquete estadístico Minitab.</p>

**UNSCH**FACULTAD DE  
CIENCIAS BIOLÓGICAS**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**  
**Bach. Juan Carlos CONDORAY FLORES**  
**R.D. N° 207-2023-UNSCH-FCB-D**

En la ciudad de Ayacucho, siendo las cinco de la tarde del veintisiete de octubre del año dos mil veintitrés; se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, presidido por el Dr. Saturnino Martín TENORIO BAUTISTA; Mg. Rosa Grimaneza GUEVARA MONTERO (Miembro- Jurado); Dr. José ALARCÓN GUERRERO (Miembro-Jurado); Mg. Ruth Elsa HUAMÁN DE LA CRUZ (Miembro-Jurado); Dr. Víctor Luis CÁRDENAS LÓPEZ (Miembro-Asesor); actuando como secretario docente el Mg. Jime Jack RIVERA VILLAR; para presenciar la sustentación de tesis titulada: **"Efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de las hojas y tallos de *Jathropa macrantha* Müll. Arg. "huanarpo macho" frente a *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619. Ayacucho 2021 "**; presentado por el Bach. Juan Carlos CONDORAY FLORES; el Presidente luego de verificar la documentación presentada, indicó al secretario docente dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego de ello dispuso el inicio al acto de sustentación, indicando al sustentante que dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de investigación tal como establece el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología. Culminada la exposición, el Presidente invitó a cada uno de los Miembros Jurado, a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas a la sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invitó al sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorio para que los miembros del jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificaciones; cuyos resultados son los que se consignan a continuación:

Miembros del Jurado Evaluador	Exposición	Respuesta a preguntas	Promedio
Mg. Rosa Grimaneza GUEVARA MONTERO	17	15	16
Dr. José ALARCÓN GUERRERO	17	16	17
Mg. Ruth Elsa HUAMÁN DE LA CRUZ	16	16	16
		<b>PROMEDIO</b>	<b>16</b>

El sustentante alcanzó el promedio de 16 aprobatorio. Acto seguido, el presidente autorizó el ingreso de la sustentante y el público al Auditorio dando a conocer los resultados, e indicando que de este modo se da por finalizado el presente acto académico, siendo las siete y quince de la noche; firmando al pie del presente en señal de conformidad.

  
Dr. Saturnino Martín TENORIO BAUTISTA  
Presidente  
Mg. Rosa Grimaneza GUEVARA MONTERO  
Miembro – Jurado  
Dr. José ALARCÓN GUERRERO  
Miembro – Jurado  
Mg. Ruth Elsa HUAMÁN DE LA CRUZ  
Miembro – Jurado  
Dr. Víctor Luis CÁRDENAS LÓPEZ  
Miembro – Asesor  
Mg. Jime Jack RIVERA VILLAR  
Secretario Docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA - ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

Nº 16-2024-FCB-D

Yo, VÍCTOR LUIS CÁRDENAS LÓPEZ, Director de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **Efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de las hojas y tallos de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. "huanarpo macho" frente a *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619. Ayacucho 2021 por JUAN CARLOS CONDORAY FLORES**; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 21%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario Nº 039-2021-UNSCH-C.

En tal sentido, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se acompaña el INFORME FINAL DE TURNITIN correspondiente.

Ayacucho, 3 de febrero de 2024.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA  
  
Dr. Víctor Luis Cárdenas López  
DIRECTOR



Efecto antibacteriano del  
extracto hidroalcohólico de las  
hojas y tallos de *Jatropha  
macrantha* Müll. Arg.  
“huanarpo macho” frente a  
*Streptococcus pneumoniae*  
ATCC 49619. Ayacucho 2021  
*por* JUAN CARLOS CONDORAY FLORES

---

**Fecha de entrega:** 30-ene-2024 11:11a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2282132986

**Nombre del archivo:** FLORES\_-\_Juan\_Carlos\_-\_pregrado\_Tesis\_-2024\_TURNITIN\_word.docx (182.32K)

**Total de palabras:** 8036

**Total de caracteres:** 45761

# Efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de las hojas y tallos de *Jatropha macrantha* Müll. Arg. "huanarpo macho" frente a *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619. Ayacucho 2021

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga</b> Trabajo del estudiante	<b>8%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.unsch.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>7%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.lamolina.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.uigv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>docs.bvsalud.org</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>www.scielo.org.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>

**repositorio.unprg.edu.pe**

8	Fuente de Internet	<1 %
9	<a href="http://www.zaragoza.unam.mx">www.zaragoza.unam.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
10	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	<1 %
11	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %

Excluir citas      Activo  
 Excluir bibliografía      Activo

Excluir coincidencias < 30 words