



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA in vitro DEL EXTRACTO
ETANÓLICO DE LA FLOR DE PLÁTANO ISLA MALEÑO (*Musa
paradisiaca linneo*) SOBRE CEPAS DE *Staphylococcus aureus*
ATCC 25923**

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

AUTORES

CCALA CHECYA, MISHAEL HARRISON
<https://orcid.org/0009-0007-2375-6256>

CONDOR HERRADA, ESTEFANI EDILBERTA
<https://orcid.org/0000-0002-7999-6917>

ASESOR

M.Sc. HUALPA CUTIPA, EDWIN
<https://orcid.org/0000-0002-7999-6917>

LIMA – PERÚ

2023

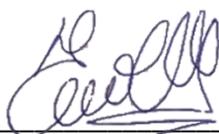
DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

Yo, Stefani Edilberta Condor Herrada , con DNI **73440683** en mi condición de autor(a) de la tesis presentada para optar el TITULO PROFESIONAL DE QUIMICO FARMACEUTICO de título "ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA in vitro DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE LA FLOR DE PLÁTANO ISLA MALEÑO (*Musa paradisiaca* linneo) SOBRE CEPAS DE *Staphylococcus aureus* ATCC 25923", **AUTORIZO** a la Universidad María Auxiliadora (UMA) para publicar de manera indefinida en el repositorio institucional, el archivo digital que estoy entregando, en cumplimiento a la Ley N°30035 que regula el Repositorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de acceso abierto y su respectivo Reglamento.

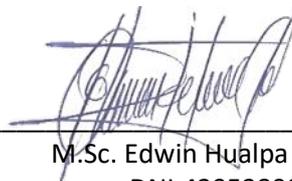
Indicar que dicho documento es **ORIGINAL** con un porcentaje de similitud 12% y, que se han respetado los derechos de autor en la elaboración del mismo. Además, recalcar que se está entregado la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado evaluador.

Conforme a lo indicado firmo el presente documento dando conformidad a lo expuesto.

Lima, 26 de enero, 2024.



ESTEFANI EDILBERTA CONDOR HERRADA
DNI: 73440683



M.Sc. Edwin Hualpa Cutipa
DNI:42952898

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

Yo, Mishael Harrison Ccala Checya , con DNI **71009532** en mi condición de autor de la tesis presentada para optar el TITULO PROFESIONAL DE QUIMICO FARMACEUTICO de título "ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA in vitro DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE LA FLOR DE PLÁTANO ISLA MALEÑO (*Musa paradisiaca* linneo) SOBRE CEPAS DE *Staphylococcus aureus* ATCC 25923", **AUTORIZO** a la Universidad María Auxiliadora (UMA) para publicar de manera indefinida en el repositorio institucional, el archivo digital que estoy entregando, en cumplimiento a la Ley N°30035 que regula el Repositorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de acceso abierto y su respectivo Reglamento.

Indicar que dicho documento es **ORIGINAL** con un porcentaje de similitud 12% y, que se han respetado los derechos de autor en la elaboración del mismo. Además, recalcar que se está entregado la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado evaluador.

Conforme a lo indicado firmo el presente documento dando conformidad a lo expuesto.

Lima, 26 de enero, 2024.



MISHAEL HARRISON CCALA CHECYA

DNI: 71009532



MSc. Edwin Hualpa Cutipa

DNI: 42952898

INFORME FINAL DE TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

12%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	es.scribd.com Fuente de Internet	1%
5	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unid.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	1%
9	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1%

10	www.scielo.org.pe Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.uct.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	produccioncientificaluz.org Fuente de Internet	<1 %
13	Bilge Bilgin Fıçıcılar, Hüseyin Gençcelep, Tefvik Özen. " Effects of bay leaf () and green tea () extracts on the physicochemical properties of the marinated anchovies with vacuum packaging ", CyTA - Journal of Food, 2018 Publicación	<1 %
14	1library.co Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.upagu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	www.reciamuc.com Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Universidad Maria Auxiliadora SAC Trabajo del estudiante	<1 %
18	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.puce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

20 Jeans Darci Bocanegra Esteban. "Actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Lessonia nigrescens* Bory (Aracanto) frente a *Staphylococcus aureus* 6538 y *Escherichia coli* ATCC 8739", Diagnóstico, 2019
Publicación <1 %

21 repositorio.ujed.mx
Fuente de Internet <1 %

22 repositorio.unsch.edu.pe
Fuente de Internet <1 %

23 fakse-ladeplads.anglofiles.dk
Fuente de Internet <1 %

24 repositorio.unapiquitos.edu.pe
Fuente de Internet <1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 20 words

Excluir bibliografía

Activo

DEDICATORIA

Le doy gracias a mi fe en Dios por iluminar mi sendero en cada paso que doy a diario, por protegerme y otorgar salud a mis queridos padres, quienes siempre me brindan su apoyo incondicional sin reservas.

Bach. Ccala Checya, Mishael Harrison

Expreso mi profundo agradecimiento a Dios que me ilumina y me orienta en cada paso que doy a diario, a mis amados padres Pedro, Belinda y Lauro por haberme forjado con amor, con reglas y algunas libertades, que permitieron convertirme en la persona que soy en la actualidad y a mis hermanos, que son mis mejores amigos Daniela, Ricardo y Hillary, quienes siempre me respaldan incondicionalmente.

Bach. Condor Herrada, Estefani Edilberta

AGRADECIMIENTO

A nuestra universidad María auxiliadora por habernos permitido formarnos profesionalmente y brindarnos experiencias extraordinarias en ella, durante toda nuestra etapa preuniversitaria, que nunca olvidaremos.

A nuestros padres por ser los promotores de nuestros sueños, por cada día confiar y creer en nosotros; familiares y amistades quienes estuvieron apoyándonos durante todo este proceso, ya sea de manera directa o indirecta.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
II.1. Enfoque y diseño de la investigación	14
II.2. Población, muestra y muestreo.....	14
II.3. Variables de investigación	15
II.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	15
II.5. Plan metodológico para la recolección de datos	15
II.6. Procesamiento del análisis estadístico	18
II.7. Aspectos éticos	18
III. RESULTADOS.....	19
IV. DISCUSIÓN	25
IV.1. Discusión de resultados.....	25
IV.2. Conclusiones	30
IV.3. Recomendaciones	31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
ANEXOS	37
ANEXO A: Instrumentos de recolección de datos	37
ANEXO B: Matriz de consistencia	41
ANEXO C. Operacionalización de las variables	42
ANEXO D. Informe de análisis de laboratorio	43
ANEXO E. Certificado de Agar Mueller Hinton.....	44
ANEXO F. Certificado de análisis de Cepa <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 2592348	
ANEXO G. Evidencias fotográficas	50
ANEXO H. Porcentaje de rendimiento	61
ANEXO I. Certificado taxonomico.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Prueba solubilidad de (<i>Musa paradisiaca linneo</i>)	19
Tabla 2. Tamizaje fitoquímico.....	20
Tabla 3. Resultados de los halos de inhibición (mm) de (<i>Musa paradisiaca</i>) <i>linneo</i>	21
Tabla 4. Escala de Duraffourd - 25%	21
Tabla 5. Escala de Duraffourd - 50%	22
Tabla 6. Escala de Duraffourd - 75%	22
Tabla 7. Prueba de ANOVA	23
Tabla 8. Comparaciones múltiples	24
Tabla 9. Prueba de subconjuntos.....	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Muestra de tipo Flores de Musa paradisiaca	51
Figura 2. Lavado de la muestra	51
Figura 3. Selección de la muestra	51
Figura 4. Procedimiento de molienda de la muestra	52
Figura 5. Procedimiento de secado de la muestra	52
Figura 6. Preparación del macerado del extracto etanólico.....	52
Figura 7. Procedimiento de filtración del macerado del extracto etanólico	53
Figura 8. Obtención de extracto seco.....	53
Figura 9. Añadiendo extracto seco al tubo de ensayo para prueba de solubilidad	54
Figura 10. Agitación en el vortex	54
Figura 11. Resultado de prueba de solubilidad	54
Figura 12. Adición de extracto a los tubos de ensayo	55
Figura 13. Adición del reactivo en la marcha fitoquímica	55
Figura 14. Resultado de la marcha fitoquímica	55
Figura 15. Pesando del Agar	56
Figura 16. Autoclave para el uso en la prueba microbiológica	56
Figura 17. Agar Mueller Hinton.....	56
Figura 18. Cepa biológica de tipo: Staphylococcus aureus ATCC 25923	57
Figura 19. Placas preparadas.....	57
Figura 20. Comparación de turbidez mediante el reactivo de Mc. Farland.....	57
Figura 21. Rotulado de placas.....	58
Figura 22. Sembrado de la cepa biológicas en las placas.....	58
Figura 23. Efectuando pozos en agar con ayuda de un sacabocado	58
Figura 24. Sustancias experimentales y controles	59
Figura 25. Incubación de S. aureus.....	59
Figura 26. Placas Petri con halos de inhibición	59
Figura 27. Lectura de resultados	60
Figura 28. Lectura de resultados.....	60

RESUMEN

Objetivo: Determinar la actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño (*Musa paradisiaca linneo*) sobre *Staphylococcus aureus* ATCC 25923

Materiales y métodos: De tipo cuantitativo, experimental, transversal; población 3 kg de flor de plátano maleño. La muestra biológica fue 10 placas petri inoculadas con *Staphylococcus aureus*. Se empleó la marcha fitoquímica y Agar en discos al 25 %, 50 % y 75%.

Resultados: Se identificó, lactonas α , β -insaturadas, flavonoides, alcaloides, antraquinonas y taninos. Además, la prueba de ANOVA ($p < 0,05$) y Tukey, se evidenció los halos de inhibición de las concentraciones del 25%, 50% y 75%, 10,6640 mm; 12,8740 mm; 15,9670 mm respectivamente frente *Staphylococcus aureus*, estos evidenciaron diferencias estadísticas que poseen acción bactericida; sin embargo, fueron inferiores frente a la Vancomicina 30 ug, el cual presento un halo de inhibición de 21,2870 mm.

Conclusión: El extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño *Musa paradisiaca* presenta acción bactericida en las concentraciones del 25%, 50 y 75% sobre *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

Palabras clave: Actividad antibacteriana, *Musa paradisiaca linneo*, *Staphylococcus aureus* y extracto etanólico.

ABSTRACT

Aim: To determine the in vitro antibacterial activity of the ethanolic extract of the maleño island plantain flower (*Musa paradisiaca linneo*) on *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

Materials and methods: quantitative, experimental, transversal; population 3 kg of banana flower from Maleño. The biological sample was 10 petri dishes inoculated with *Staphylococcus aureus*. The phytochemical march and Agar discs at 25%, 50% and 75% were used.

Results: α , β -unsaturated lactones, flavonoids, alkaloids, anthraquinones and tannins were identified. In addition, the ANOVA test ($p < 0.05$) and Tukey, showed the inhibition halos of the concentrations of 25%, 50% and 75%, 10.6640 mm; 12.8740mm; 15.9670 mm respectively against *Staphylococcus aureus*, these showed statistical differences that have bactericidal action; however, they were inferior to Vancomycin.

Conclusion: The ethanolic extract of the maleño island plantain flower *Musa paradisiaca* presents antibacterial activity at concentrations of 25%, 50% and 75% against *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

Keywords: Antibacterial activity, *Musa paradisiaca linneo*, *Staphylococcus aureus* and ethanolic extract.

I. INTRODUCCIÓN

La resistencia bacteriana se ha convertido en un problema de salud pública a nivel mundial debido a la capacidad de las bacteria para adaptarse y desarrollar resistencia a múltiples antibióticos¹. La sobreutilización y el uso inadecuado de los antibióticos han seleccionado cepas bacterianas cada vez más resistentes, lo que ha llevado a un aumento de la morbilidad y mortalidad de las infecciones causadas por esta bacteria². La resistencia de *Staphylococcus aureus* a los antibióticos es particularmente preocupante en los entornos hospitalarios, donde las infecciones nosocomiales son una causa importante de morbilidad y mortalidad. Además, la resistencia también se ha extendido a la comunidad, lo que ha llevado a infecciones más difíciles de tratar y a mayores costos de atención médica³. Según informes de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se estima que la resistencia a los antibióticos de *Staphylococcus aureus* causa más de 20,000 muertes anuales en todo el mundo. La insensibilidad a los antibióticos también se relaciona con un incremento en la extensión de la internación y los gastos sanitarios⁴.

Staphylococcus aureus es una causa importante de infecciones hospitalarias a nivel mundial, afectando al 5%-10% de los pacientes hospitalizados, según la OMS. Esta bacteria es uno de los patógenos más comunes involucrados en las infecciones relacionadas con la atención médica, aunque su prevalencia varía entre países y regiones⁵.

En Asia, la tasa de infecciones asociadas a la atención médica es del 7,6% y la prevalencia de SARM varía ampliamente, alcanzando alrededor del 10% en algunos países de Asia oriental y del sudeste asiático⁶. En África, se ha registrado una tasa del 80% de resistencia a las infecciones causadas por *Staphylococcus aureus*. En Europa, se estima que la tasa de SARM es del 20%, y algunos países como Grecia y Portugal tienen tasas particularmente altas⁷. En América del Norte, alrededor de 119,000 personas sufren infecciones invasivas por *Staphylococcus aureus* cada año, lo que ocasiona cerca de 20,000 muertes. Además, se estima que el 30% de la población lleva la bacteria en la piel o en la nariz sin manifestar signos de infección⁸.

En México, *Staphylococcus aureus* es responsable del 16% de las infecciones nosocomiales, siendo la segunda causa más común, y ha habido un aumento en la tasa de infecciones por SARM en el país⁹. En Brasil, *Staphylococcus aureus* es responsable del 16,7% de las infecciones nosocomiales, y el 64% de estas son causadas por SARM¹⁰. En Argentina, *Staphylococcus aureus* es responsable del 16% de las infecciones nosocomiales, y ha habido un aumento en la tasa de infecciones por SARM en el país¹¹.

En una investigación llevada a cabo en Lima, se encontró que el 19,69% de los niños presentaban infecciones causadas por *Staphylococcus aureus*, y se observaron niveles significativos de resistencia a los antibióticos¹². En otro estudio realizado en el Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins de Lima, *Staphylococcus aureus* fue responsable del 15% de las infecciones nosocomiales, informándose de un aumento en la tasa de infecciones por SARM en Perú¹³.

La infección por *Staphylococcus aureus* tiene un impacto significativo en la economía y en la salud de la población. La resistencia a los antibióticos, incluyendo la resistencia a la meticilina, ha aumentado los costos de tratamiento, prolongado la estancia hospitalaria y aumentado el riesgo de complicaciones graves, como la muerte. Además, las infecciones relacionadas con la atención médica, incluyendo las infecciones nosocomiales, pueden ser especialmente costosas y tener un impacto significativo en la economía y en los sistemas de atención médica¹⁴. La Organización Mundial de la Salud (OMS) sugiere la inversión en la investigación de nuevas moléculas con propiedades antibacterianas presentes en plantas naturales. En este sentido, la búsqueda de agentes antibacterianos potenciales se ha convertido en una necesidad entre los científicos de alimentos, y se ha propuesto el uso integral de la flor del plátano isla maleño (*Musa paradisiaca*) como alternativa fitoterapéutica que no genere resistencia bacteriana para el tratamiento de infecciones y la recuperación del paciente¹⁴.

Las bacterias grampositivas *Staphylococcus aureus* tienen un diámetro que oscila entre 0,5 y 1,5 micras y se organizan en racimos que se parecen a los racimos de uvas, lo que facilita su identificación. En la actualidad, se han reconocido 35 especies y 17 subespecies dentro del género *Staphylococcus*. Debido a su capacidad de transmisión entre especies y miembros de la misma especie, este

género tiene un alto potencial de adaptación que puede influir en diversas especies de mamíferos¹⁵.

Musa paradisiaca linneo, comúnmente conocido como plátano, es una planta originaria de Asia tropical, que se ha extendido a lo largo de los trópicos y subtrópicos del mundo. La planta es conocida por su fruto, no obstante tiene otras partes útiles, como el tallo y la flor. Estudios recientes han demostrado que la flor de plátano tiene una actividad antibacteriana significativa debido a su composición fitoquímica única. Los compuestos bioactivos presentes en la flor de plátano incluyen alcaloides, flavonoides, saponinas y terpenos, que se han demostrado efectivos contra una amplia variedad de bacterias patógenas, incluyendo *Staphylococcus aureus*, asimismo, la flor de plátano se ha utilizado en la medicina tradicional asiática para tratar infecciones bacterianas y esto ha surgido el interés en la exploración de sus propiedades antibacterianas para su uso en la fabricación de nuevos medicamentos¹⁶.

Dentro del contexto nacional, se encuentran investigaciones previas sobre:

Jaimes Z y Tovar M, et al. (2020); su objetivo fue determinar el efecto bactericida in vitro del extracto hidroalcohólico de la variedad de plátano morado conocida como *Musa cavendishii* Lamb. frente *S. aureus*, empleando Agar en discos, el resultado fue que el extracto posee una actividad antibacteriana efectiva en contra de la cepa mencionada, produciéndose un halo de 9.0 mm al 75% después de 1 día (evaluado mediante ANOVA con $p < 0.05$), concluyendo que el extracto de la muestra vegetal posee acción bactericida contra *S. aureus*¹⁷.

Bonilla J, et al. (2020); en su estudio tuvieron como objetivo determinar el efecto inhibitorio in vitro del extracto líquido de *Musa acuminata* (plátano var. Seda) sobre *Staphylococcus aureus*, para ello utilizaron la técnica de siembra mediante el método de extensión en la superficie, así como también realizaron un bioensayo de toxicidad utilizando nauplios de *Artemia salina*, como resultados se obtuvo que, al utilizar concentraciones de savia de plátano del 5%, 10%, 20% y 30% v/v, se lograron obtener 6,3x10⁶; 4,3x10⁶; 2,3x10⁶ y 0 UFC/mL, respectivamente. Cabe destacar que hubo una diferencia significativa entre las distintas concentraciones utilizadas, concluyendo que el extracto de plátano var. Seda presentó actividad antibacteriana frente a *Staphylococcus aureus*¹⁸.

Hernández F, et al. (2021); el objetivo de la investigación llevada a cabo fue analizar el efecto antibacteriano que posee la planta *Musa acuminata*, conocida comúnmente como "plátano", en contra de la cepa de *Enterococcus Faecalis* ATCC 29212. Empleando Agar en discos como parte de su metodología antibacteriana, los resultados indicaron una similitud en cuanto a la susceptibilidad del *Enterococcus Faecalis* frente al extracto etanólico de *M. acuminata* al 100% y la clorhexidina al 0,12%, cuyo efecto fue menor al 50%. Además, la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) obtenida fue del 50%, concluyendo que el plátano posee efecto antibacteriano in vitro en contra del *Enterococcus Faecalis* ATCC29212, en ambas concentraciones analizadas concentraciones¹⁹.

Dentro del contexto internacional, se encuentran investigaciones previas sobre:

Hridayanand S, et al. (2020); en su estudio tuvieron como objetivo analizar la actividad antimicrobiana in vitro del extracto crudo de plantas disponibles localmente, *Musa paradisiaca* (flor) y *Bougainvillea glabra* (flor), el método antibacteriano aplicada consistió en emplear Agar en discos. En cuanto a los hallazgos de la prueba fitoquímica, se obtuvieron los siguientes resultados de identificación: las flores fueron una fuente interesante de agentes antimicrobianos y antifúngicos, concluyendo que ambos extractos de plantas mostraron actividad antibacteriana²⁰.

Karkaningsih T, et al. (2021); el objetivo de la investigación llevada a cabo fue determinar el efecto antibacteriano de flor de plátano contra las bacterias formadoras de histamina, para ello emplearon la metodología de Kirby Bauer, el resultado que obtuvieron fue que el extracto soluble en agua de flor de *banano Musa acuminata* tuvo bajas propiedades antibacterianas para *Lactobacillus plantarum* y Neumonía por *Klebsiella*, concluyendo que los principales componentes de los antibacterianos fueron histidina, prolina, isoleucina, treonina, ácido glutámico²¹.

Ariffin M, et al. (2021); el objetivo de la investigación llevada a cabo fue evaluar la composición fitoquímica, antioxidante y actividad antimicrobiana de flor de plátano, se evaluó mediante ensayos de concentraciones mínimas inhibitorias y bactericidas, para revalidar los resultados del ensayo MIC, MBC, que representa la concentración capaz de eliminar hasta el 99% de las bacterias, se realizó

observando el crecimiento bacteriano en las placas de agar, concluyendo que los extractos demostraron una notable actividad antimicrobiana contra todas las bacterias probadas²².

La justificación teórica del proyecto se basa en el aporte al conocimiento etnofarmacológico de (*Musa paradisiaca linneo*) flor de plátano isla maleño, enfocándose en los beneficios terapéuticos del fruto debido a la poca información existente sobre sus propiedades farmacológicas y la necesidad de evaluarlas y analizarlas. Debido a la degradación del bosque y la escasa conciencia entre los habitantes de diversas regiones del país, no se le atribuye el valor a esta especie y debe conservarse para evitar su extinción, asimismo, debido a que es un fruto de fácil acceso para la población, podría considerarse como una opción terapéutica alternativa para tratar infecciones bacterianas. Además, de manera práctica, esta investigación se justifica debido a que intentó motivar a estudiantes de farmacia y bioquímica a investigar acerca del producto natural con la finalidad de descubrir nuevas moléculas con capacidad antibacteriana que permitan sintetizar nuevos medicamentos antibióticos. Finalmente, las técnicas utilizadas en el proyecto fueron validadas y empleadas en investigaciones posteriores, las cuales han demostrado confiabilidad y seguridad de los resultados obtenidos.

El objetivo general fue determinar la actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño sobre cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923

La hipótesis general fue: El extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño (*Musa paradisiaca linneo*) presenta actividad antibacteriana sobre cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

II.1. Enfoque y diseño de la investigación

El estudio tuvo un enfoque cuantitativo y diseño experimental, debido a que se manipuló la variable independiente (extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño - *Musa paradisiaca linneo*) con la finalidad de medir su efecto sobre la actividad antibacteriana in vitro frente a cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 mediante el empleo de métodos analíticos y numéricos para interpretar los resultados , explicativo y transversal ²³.

II.2. Población, muestra y muestreo

La población estuvo compuesta por 3kg de cultivo de plátano de tipo isla maleño "*Musa paradisiaca linneo*" ubicada en la zona Los platanales (Santa Inés), distrito Mala, provincia de Cañete, ubicado en Lima a 30 m.s.n.m. con coordenadas de 12°39'27" S, 76°37'45" W. Adicionalmente se empleó como población microbiana cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 importado de Estados Unidos del laboratorio Microbiologics.

La muestra consistió en 2356 g de flor de plátano maleño "*Musa paradisiaca linneo*"

Se siguieron diferentes criterios para su selección

Criterios de inclusión:

- Flores de plátano maleño de buena calidad y apariencia.
- Flores recolectadas en la etapa de floración completa.
- Flores recolectadas en la misma ubicación geográfica o región.

Criterios de exclusión:

- Flores dañadas o afectadas por enfermedades o plagas.
- Flores que no estén en la etapa de floración completa.
- Flores recolectadas de plantas que hayan sido tratadas recientemente con productos químicos o pesticidas.

El tipo de muestreo fue probabilístico por conveniencia.

II.3. Variables de investigación

Variable Independiente: Extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño “*Musa paradisiaca linneo*”

Definición conceptual: Fracción líquida obtenida de la maceración etanólica de flor de *Musa paradisiaca linneo*²⁴.

Definición operacional: Procedimiento de maceración de flor de *Musa paradisiaca linneo*²⁴.

Variable dependiente: Acción bactericida in vitro frente cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

Definición conceptual: Efecto de inhibir el crecimiento de un grupo de microorganismos²⁵.

Definición operacional: Fue empleada la metodología de dispersión en medio agar para evaluar las magnitudes de los anillos de inhibición producidos por los discos experimentales²⁵.

II.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

La técnica empleada fue mediante la observación. Para el análisis fitoquímico, se llevó a cabo un tamizaje preliminar, mientras que para el análisis microbiológico se empleó la técnica de Kirby-Bauer²⁶.

Se utilizó una ficha de observación como instrumento para la recolección de datos de ambos análisis²⁶.

II.5. Plan metodológico para la recolección de datos

II.5.1. Recolección y reconocimiento de la muestra vegetal:

Las flores de plátano isla maleño “*Musa paradisiaca linneo*” fueron recolectadas en horas de la mañana, en la zona Los platanales (Santa Inés), distrito de Mala, provincia de Cañete, en Lima. Fue realizada completada etapa de floración y sin signos de daño o enfermedades antes de proceder a

su recolección, tal como lo indica el Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA²⁶.

La identificación clasificatoria de la variedad botánica de relevancia se efectuó por un especialista en la determinación clasificatoria del museo de historia natural de la UNMSM, quien otorgó un diploma botánico corroborando la taxonomía de la especie *Musa paradisiaca linneo*²⁶.

II.5.2. Preparación de la muestra vegetal

La limpieza de las plantas se efectuó con agua bebible continuada de una exposición al clima del lugar por un periodo entre 15 a 20 minutos²⁷.

Posteriormente, las plantas se trasladaron a un envase con una capacidad de 1 L y se le adicionó agua purificada hasta llenar completamente el envase con la muestra²⁷.

Finalmente, se colocó el ejemplar obtenido en un horno a una temperatura de 40° C por un periodo aproximado de 6 horas. Una vez concluido este proceso, se procedió a triturar las flores deshidratadas con el propósito de realizar el proceso de remojo²⁷.

II.5.3. Preparación del extracto

Para este procedimiento, se utilizó un frasco acaramelado de 1 Litro donde se colocó el material vegetal y se le adiciono etanol al 96 %, el cual funcionó como solvente para obtener los compuestos primarios y secundarios. El maceramiento o remojo fue desarrollado por un periodo de 5 días. Al concluir el remojo, el líquido fue tamizado y se trasladó a un horno a 40°C por 48 horas con la finalidad de eliminar y/o evaporar el solvente y obtener finalmente el sedimento desecado para efectuar los exámenes siguientes²⁷.

II.5.4. Porcentaje de rendimiento

Para calcular el porcentaje de rendimiento, se empleó la fórmula que se muestra a continuación²⁸.

$$\%E = \frac{Pf}{Pi} \times 100$$

Donde:

- %E = Porcentaje de rendimiento
- Pf = Peso final (Extracto seco obtenido)
- Pi = Peso inicial (Muestra molida)

II.5.5. Prueba de solubilidad

Para llevar a cabo este ensayo, se requirió una cantidad de 0,5 gramos del extracto vegetal seco, junto con 1 mL de diversos solventes, entre los cuales se incluyeron éter de petróleo, diclorometano, cloroformo, butanol, etanol al 70%, metanol, agua destilada y dimetilsulfóxido²⁷.

II.5.6. Marcha fitoquímica del extracto

La técnica empleada por Olga Lock (2020) fue utilizada para llevar a cabo el tamizaje fitoquímico preliminar, se utilizó los siguientes reactivos en 14 tubos de ensayo con 1 mL del extracto fluido: NaOH 10% (para Antocianinas), Cloruro férrico (para Compuestos fenólicos), Gelatina-sal (para Taninos), Gelatina (para Taninos), Wagner (para Alcaloides), Dragendorff (para Alcaloides), Shinoda (para Flavonoides), Baljet (para Lactonas α , β insaturadas), Borntrager (para Quinonas), Liebermann-Burchard (para Triterpenos y esteroides) y Mayer (para Alcaloides). Además, se utilizó los índices Afro simétrico y de espuma para la detección de saponinas²⁷.

II.5.7. Análisis Microbiológico

Iniciación de las tensiones *Staphylococcus aureus* ATCC 25923: Este método se efectuó empleando Kwik-stik, el trámite implicó oprimir el bulbo localizado en la sección cimera del recipiente y liberar el fluido humectante hacia el segmento inferior. Al culminar este procedimiento, se retiró un ejemplar de la disolución subsiguiente y se trasladó a 5 mL de extracto de soya tripticasa²⁷.

Puesta en marcha de las tensiones: Para esto se elaboró una mezcla directa de la tensión y se niveló su opacidad conforme a la graduación 0,5 de McFarland, lo que se traduce en una densidad de $(1,5 \times 10^8 \text{ UFC/mL})$ ²⁷.

Inoculación de las Láminas: Este proceso se llevó a cabo en láminas con agar Mueller-Hinton, el cual se elaboró de acuerdo con las instrucciones del productor. La inoculación se propagó con la aplicación de un asa de inocular debidamente desinfectada mediante el procedimiento de líneas entrecruzadas para asegurar una dispersión más homogénea a través del entorno de crecimiento ²⁷. Por otro lado, el procedimiento del ensayo se realizó por medio de 10 repeticiones.

Preparación de pozos: pocillos con un diámetro de 6 mm el cual se añadió la muestra control y de experimentación ²⁷.

- Grupo extracto etanólico de flor de *Musa paradisiaca* al 25 %
- Grupo extracto etanólico de flor de *Musa paradisiaca* al 50 %
- Grupo extracto etanólico de flor de *Musa paradisiaca* al 75 %
- Grupo control: Vancomicina 30ug
- Grupo control: dimetilsulfoxido

Luego de este procedimiento, se incubaron todas las placas, a 37°C de 24 a 48 horas. Finalmente, fueron contrastados con la “Escala de Duraffourd” ²⁷.

II.6. Procesamiento del análisis estadístico

Se analizaron los resultados del examen de Kirby-Bauer empleando dos aplicaciones de computación: Excel y el conjunto de software estadístico SPSS versión 27. En el SPSS se efectuaron el análisis de dispersión (ANOVA) y la prueba de Tukey para llevar a cabo evaluaciones estadísticas deductivas²⁷.

II.7. Aspectos éticos

Se aplicó normas de seguridad biológica en la manipulación del ejemplar durante esta investigación, y se empleó métodos estrictos de óptimas prácticas de laboratorio para asegurar la excelencia y confiabilidad de los hallazgos logrados.

III. RESULTADOS

3.1. Porcentaje de rendimiento

Para la determinación del porcentaje de rendimiento se consideró el peso del extracto seco (9.68 g.) y el peso de la muestra molida (250 g), el cual se detalla a continuación:

$$\%E = \frac{9.68 \text{ g}}{250\text{g}} \times 100 = 3,872\%$$

3.2. Prueba de solubilidad

Tabla 1. Prueba solubilidad de (*Musa paradisiaca*)

TUBO	SOLVENTE	RESULTADOS
N° 1	Éter de petróleo	+
N° 2	Diclorometano	+
N° 3	Cloroformo	+
N° 4	Butanol	+
N° 5	Etanol 96	+++
N° 6	Etanol 70	+
N° 7	Metanol	++
N° 8	Agua destilada	-
N° 9	Dimetil sulfoxido	+++

En la tabla 1 el resultado de mayor solubilidad (+++) fue evidenciado con los solventes etanol 96 y Dimetil sulfoxido, seguidos de Metanol (++) con una solubilidad moderada. Por otro lado, Éter de petróleo, Diclorometano, Cloroformo, Butanol y Etanol 70 mostraron baja solubilidad (+), mientras que el agua destilada fue insoluble.

3.3. Tamizaje fitoquímico

Tabla 2. Tamizaje fitoquímico de la flor de plátano

TUBO	ENSAYOS	METABOLITO	RESULTADO
N° 1	Borntrager	Antraquinonas	+
N° 2	Cloruro férrico	Compuestos fenólicos	+
N° 3	Liebermann-Burchard	Terpenos y esteroides	-
N° 4	Dragendorff	Alcaloides	+
N° 5	Mayer	Alcaloides	+
N° 6	Wagner	Alcaloides	+
N° 7	Baljet	Lactonas α , β -insaturadas	++
N° 8	Gelatina	Taninos	++
N° 9	Gelatina-sal	Taninos	++
N° 10	NaOH 10%	Antocianinas	-
N° 11	Espuma	Saponinas	-
N° 12	Shinoda	Flavonoides	+

En la tabla 2, se detectó mediante el tamizaje fitoquímico, metabolitos secundarios presentes en el extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño (*Musa paradisiaca*) como lactonas α , β -insaturadas y taninos con leve presencia (++) y mínima presencia (+) para los metabolitos como antraquinonas, compuestos fenólicos, alcaloides y flavonoides. Estos resultados respaldan la presencia de estos compuestos en el extracto evaluado.

Ausencia (-) de terpenos, esteroides, antocianinas y saponinas.

3.4. Halos de inhibición

Tabla 3. Resultados de los halos de inhibición (mm) de (*Musa paradisiaca*)

Microorganismo	Diámetros de inhibición en mm				
	DMSO	25%	50%	75%	Vancomicina
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	6	10.61	12.85	15.92	21.27
	6	10.70	12.89	16.00	21.32
	6	10.69	12.90	15.95	21.30
	6	10.65	12.87	15.97	21.29
	6	10.60	12.85	15.98	21.22
	6	10.68	12.88	15.97	21.30
	6	10.65	12.86	15.93	21.28
	6	10.69	12.91	15.99	21.30
	6	10.68	12.86	15.97	21.28
	6	10.69	12.87	15.99	21.31
Media	6	10.66	12.87	15.97	21.29

En la tabla 3 se muestran los resultados de los promedios de los halos de inhibición de los grupos experimentales del 25%, 50% y 75% y los controles vancomicina y dimetilsulfoxido.

3.5. Actividad antibacteriana del extracto de la flor de plátano isla maleño (*Musa paradisiaca*) al 25%

Tabla 4. Escala de Duraffourd - 25%

<i>Musa paradisiaca</i>	Escala de Duraffourd							
	Nula (-) < 8 mm		Sensibilidad baja o límite (+) 8 – 14 mm		Sensibilidad media (++) 14 – 20 mm		Sumamente Sensible (+) > 20 mm	
	N	Media	N	Media	N	Media	N	Media
25%	-	-	10	10.66	-	-	-	-

En la tabla 4 de acuerdo con la escala interpretativa de Duraffourd del extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño (*Musa paradisiaca*) frente *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 muestra un promedio de 10,66 mm el cual posee una sensibilidad baja.

3.6. Actividad antibacteriana del extracto de la flor de plátano isla maleño (*Musa paradisiaca*) al 50%

Tabla 5. Escala de Duraffourd - 50%

<i>Musa paradisiaca</i>	Escala de Duraffourd							
	Nula (-) < 8 mm		Sensibilidad baja o límite (+) 8 – 14 mm		Sensibilidad media (++) 14 – 20 mm		Sumamente Sensible (+) > 20 mm	
	N	Media	N	Media	N	Media	N	Media
50%	-	-	10	12.87	-	-	-	-

En la tabla 5 de acuerdo con la escala interpretativa de Duraffourd del extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño (*Musa paradisiaca*) frente *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 muestra un promedio de 12,87 mm el cual posee una sensibilidad baja.

3.7. Actividad antibacteriana del extracto de la flor de plátano isla maleño (*Musa paradisiaca*) al 75%

Tabla 6. Escala de Duraffourd - 75%

<i>Musa paradisiaca</i>	Escala de Duraffourd							
	Nula (-) < 8 mm		Sensibilidad baja o límite (+) 8 – 14 mm		Sensibilidad media (++) 14 – 20 mm		Sumamente Sensible (+) > 20 mm	
	N	Media	N	Media	N	Media	N	Media
75%	-	-	-	-	10	15.97	-	-

En la tabla 6 de acuerdo con la escala interpretativa de Duraffourd del extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño (*Musa paradisiaca*) frente *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 muestra un promedio de 15,97 mm el cual posee una sensibilidad media.

3.8. Análisis de varianza de los halos de inhibición

Tabla 7. Prueba de ANOVA

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	Entre grupos	1313,080	4	328,270	521984,008	0,000
	Dentro de grupos	0,028	45	0,001		
	Total	1313,108	49			

En la tabla 7 se empleó la prueba de ANOVA para evaluar si existen diferencias significativas entre los tratamientos mediante la comparación de sus medias, por lo cual se plantean las siguientes hipótesis:

Ho: No existen diferencias estadísticas entre los grupos de investigación

Ha: Existen diferencias estadísticas entre los grupos de investigación

Se observó un valor de $p < 0.05$ (sig), el cual indica que hay diferencias significativas entre los tratamientos aplicados en la cepa *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Así mismo se llevó a cabo un análisis post-hoc mediante la prueba de Tukey.

Decisión: Se rechaza la hipótesis nula.

3.9. Análisis de comparaciones múltiples

(I) Grupo	(J) Grupo	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	IC al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Vancomicina	DMSO	15,28700*	0,01122	0,000	15,2551	15,3189
	25 %	10,62300*	0,01122	0,000	10,5911	10,6549
	50%	8,41300*	0,01122	0,000	8,3811	8,4449
	75%	5,32000*	0,01122	0,000	5,2881	5,3519
DMSO	Vancomicina	-15,28700*	0,01122	0,000	-15,3189	-15,2551
	25 %	-4,66400*	0,01122	0,000	-4,6959	-4,6321
	50%	-6,87400*	0,01122	0,000	-6,9059	-6,8421
	75%	-9,96700*	0,01122	0,000	-9,9989	-9,9351

Tabla 8. Comparaciones múltiples

En la tabla 8 la prueba de Tukey es un procedimiento estadístico que permite realizar comparaciones múltiples entre grupos, se puede observar que $p < 0.05$ en las comparaciones entre Vancomicina y los grupos experimentales, esto implica que el control positivo presenta un efecto inhibitorio significativamente mayor que los grupos experimentales al 25%, 50% y 75% contra *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Además, se evidencia que $p < 0.05$ entre (DMSO) y los experimentales el cual indica que existen diferencias estadísticas entre los grupos de experimentación a favor de los grupos en experimentación.

3.10. Prueba de subconjuntos

Tabla 9. Prueba de subconjuntos

<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923						
HSD Tukey ^a						
Grupo	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
DMSO	10	6,0000				
25 %	10		10,6640			
50%	10			12,8740		
75%	10				15,9670	
Vancomicina	10					21,2870
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

En la tabla 9, se puede observar que todos los promedios de los procedimientos empleados muestran diferencias entre sí. Además, se observa que a medida que aumenta la concentración del extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño (*Musa paradisiaca* Linneo), se observa una mayor inhibición y la formación de halos más grandes, lo que se representa en una especie de patrón escalonado dosis - dependiente. En el caso de las cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, se encontró que los extractos al 25% y 50% generaron halos de 10,66 mm y 12,87 mm respectivamente; el extracto al 75% generó un halo de 15,96 mm; además, el control positivo Vancomicina presentó el mayor halo de inhibición con 21,28 mm.

Ho: No existen diferencias estadísticas entre los grupos de investigación

Ha: Existen diferencias estadísticas entre los grupos de investigación

Decisión: Se rechaza la hipótesis nula (H0).

IV. DISCUSIÓN

IV.1. Discusión de resultados.

Staphylococcus aureus es una bacteria preocupante en la actualidad debido a su capacidad de causar una amplia gama de infecciones y su resistencia a múltiples antibióticos²⁹. Esta bacteria se propaga fácilmente entre personas, lo que aumenta su riesgo de contagio en hospitales y comunidades. La aparición de cepas resistentes, como el MRSA, ha provocado un aumento significativo de las infecciones asociadas a esta bacteria³⁰. Para hacer frente a este desafío, es crucial la vigilancia epidemiológica, la adopción de prácticas de higiene adecuadas y el desarrollo de nuevos antibióticos.

De acuerdo con el objetivo general, se identificó que el extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño presentó actividad antibacteriana al 25%, 50% y 75% contra *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 con una medida de (10,6640 mm; 12,8740 mm y 15,9670 mm respectivamente). Estos resultados coinciden con el estudio de **Jaimes Z y Tovar M, et al. (2020)**¹⁷; quienes analizaron la capacidad antibacteriana in vitro del extracto hidroalcohólico de la variedad de plátano morado, hallando que el extracto al 75%, mostró mayor actividad antibacteriana frente la cepa *Staphylococcus aureus* con un halo de inhibición de 9.0 mm. La coincidencia de los resultados de actividad antibacteriana entre los estudios mencionados de *Musa paradisiaca* en Mala y Chanchamayo puede atribuirse a la composición química similar de ambas plantas, otro componente son los diferentes métodos de extracción utilizados y el uso de la misma cepa bacteriana de referencia. Así mismo, resultados similares fueron encontrados en el estudio desarrollado por **Bonilla J, et al. (2020)**¹⁸; quienes analizaron el efecto inhibitorio de *Musa acuminata* sobre *Staphylococcus aureus*, obteniendo resultados sobre las concentraciones al 5%, 10%, 20% y 30% v/v, las cuales presentaron $6,3 \times 10^6$; $4,3 \times 10^6$; $2,3 \times 10^6$ y 0 UFC/mL, respectivamente; estos resultados evidenciaron una clara actividad antibacteriana frente la bacteria. La similitud en los resultados de actividad antibacteriana en los estudios de *Musa paradisiaca* en Mala y Rama Guanabal puede asociarse a factores como: la influencia de la zona geográfica, el ambiente de cultivo y las diferentes variedades de plátano utilizadas, así como a la evaluación contra la

misma cepa de *Staphylococcus aureus*. Por otro lado, estudios desarrollados por **Karkaningsih T, et al. (2021)**²¹; difieren de lo encontrado en el presente estudio. Mismo que menciona que al evaluar la acción bactericida de flor de plátano, obtuvieron un extracto soluble en agua de flor de *banano Musa acuminata* mostrando una baja actividad antibacteriana frente *Lactobacillus plantarum* y *Klebsiella pneumoniae*. Las diferencias en los resultados entre los estudios analizados previamente se asocian probablemente a: la variabilidad geográfica y el entorno que afectan al cultivo y por ende la composición química de las plantas, influyendo en su actividad antibacteriana. Además, las diferentes variedades de plátano utilizadas y los solventes de extracción empleados pueden afectar la extracción de compuestos bioactivos distintos. Así también, las cepas bacterianas específicas utilizadas en los estudios pueden tener respuestas diferentes a los extractos de plátano.

Respecto a la marcha fitoquímica se evidenció un cambio evidente de color que correspondió a una moderada presencia de azúcares reductores, leve presencia de lactonas α , β -insaturadas y taninos, menor presencia para antraquinonas, compuestos fenólicos, alcaloides y flavonoides. Dichos resultados guardan semejanza con el estudio de **Hernández F, et al. (2021)**³¹; quienes analizaron el efecto antibacteriano de *Musa acuminata*, obteniendo principales metabolitos del tamizaje fitoquímico como: flavonoides, polifenoles, antocianidinas, saponinas, taninos. La coincidencia en los resultados puede deberse a la presencia de compuestos bioactivos similares, como flavonoides, polifenoles, taninos y saponinas, que tienen propiedades antibacterianas comunes. Aunque los entornos geográficos difieren, estas variedades de plátano comparten características químicas comunes que explican la concordancia en los resultados.

Los flavonoides y compuestos fenólicos poseen propiedades antioxidantes y antimicrobianas el cual actúan sobre *Staphylococcus aureus* mediante la interacción con enzimas y proteínas esenciales, lo que varía su actividad e impide importantes procesos metabólicos, además, estos compuestos pueden generar especies reactivas de oxígeno (ROS) que dañan el material genético y otras estructuras celulares, resultando en la destrucción y muerte bacteriana³³.

Los alcaloides presentes en la flor de plátano contribuyen a su actividad antibacteriana al interferir con el metabolismo y la síntesis de proteínas en *Staphylococcus aureus*, lo que afecta su capacidad para replicarse y sobrevivir, de igual importancia, las antraquinonas han demostrado tener propiedades citotóxicas y antibacterianas, estos actúan como agentes disruptores de membranas, lo que causa daño estructural a la bacteria, además, los taninos, son compuestos polifenólicos, tienen la posibilidad de formar complejos con proteínas bacterianas, inactivándolas e impidiendo el desarrollo de *Staphylococcus aureus*¹⁶.

La flor de plátano isla maleño (*Musa paradisiaca*) posee notables bondades antibacterianas que pueden brindar importantes beneficios a la población, sus compuestos bioactivos, como las lactonas α , β -insaturadas, flavonoides, alcaloides, antraquinonas, compuestos fenólicos y taninos, han evidenciado una destacada capacidad para inhibir el crecimiento y la propagación de diversas bacterias patógenas, incluyendo *Staphylococcus aureus*, una causa común de infecciones humanas³⁷.

En conjunto, estos compuestos presentes en la flor de plátano isla maleño ofrecen una potente acción antibacteriana contra *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, lo que los convierte en prometedores y favorables agentes naturales para el desarrollo de nuevos antimicrobianos y en una opción potencial para el tratamiento de infecciones causadas por esta bacteria patógena³⁴.

Según la prueba de comparaciones múltiples por tukey, se identificó que el extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño presentó actividad antibacteriana a concentraciones de 25%, 50% y 75% contra *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Así también se evidenció que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.000$) entre el grupo del 25%, 50% y 75% de experimentación y (DMSO). Estos resultados coinciden con el estudio de **Hernández F, et al. (2021)**³¹; quienes analizaron el efecto antibacteriano de *Musa acuminata*, obteniendo que en la concentración del 50% el efecto fue menor a diferencia de la concentración al 100% la cual evidenció mayor actividad antibacteriana frente la cepa *Enterococcus Faecalis* ATCC 29212 ($p < 0.000$). La similitud en los resultados se debe a la presencia de compuestos bioactivos en los extractos de plátano que tienen propiedades antimicrobianas, los cuales fueron efectivos contra las cepas

bacterianas evaluadas en ambos estudios. Estos resultados similares fueron encontrados en el estudio de **Hridayanand S et al., (2020)**²⁰; quienes analizaron la acción antimicrobiana de la (flor) *Musa paradisiaca* y *Bougainvillea glabra* (flor), obteniendo resultados sobre las concentraciones de 50% y 100% de *Musa paradisiaca*, se obtuvo halos de inhibición de ($8,5 \pm 0,7$ y $11,1 \pm 0,3$) frente a *Staphylococcus aureus*; evidenciando actividad antibacteriana frente a esta cepa. La concomitancia de los resultados de ambos estudios mencionados se debe a las semejanzas en las propiedades químicas y biológicas de *Musa paradisiaca* evaluada. A pesar de las diferentes ubicaciones geográficas, es probable que la composición química y los metabolitos presentes en las flores de plátano sean similares, lo que explica la actividad antibacteriana observada. La elección de cepas bacterianas sensibles también pudo haber influido en los resultados similares. Las lactonas α , β -insaturadas presentes en la flor de plátano pueden dañar la membrana plasmática de la bacteria *Staphylococcus aureus*, lo que resulta en una pérdida de integridad y permeabilidad de la membrana, esto permite la fuga de componentes celulares esenciales y, posteriormente, a la destrucción bacteriana³².

Según la prueba de subconjuntos, se evidenció que para la cepa *Staphylococcus aureus* ATCC las medidas de los diámetros en concentraciones del 25%, 50% y 75% del extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño (*Musa paradisiaca*) fueron inferiores en comparación con (Vancomicina) el cual indicó que el agente bactericida empleado obtuvo un diámetro de inhibición mayor con (21,28 mm). Estos resultados concuerdan con el estudio de **Jaimes Z y Tovar M, et al. (2020)**¹⁷; quienes analizaron la acción bactericida de la variedad de plátano morado, hallando que las concentraciones del 10%, 25%, 50% y 75% no superaron el efecto inhibitor del control positivo Eritromicina 34.1mm frente a *Staphylococcus aureus*. Ambos estudios, realizado en Mala y Chanchamayo, encontraron que los extractos de plátano no tuvieron un efecto inhibitor significativo en comparación con los controles positivos (Vancomicina y Eritromicina). Esto podría deberse a la falta de compuestos con una potente actividad antibacteriana en los extractos de plátano, así como a posibles diferencias en su composición química y métodos de extracción. Estos resultados coinciden con el estudio de **Ariffin M, et al. (2021)**²²; quienes evaluaron la composición fitoquímica, antioxidante y actividad antimicrobiana de flor de plátano, obteniendo que los extractos demostraron una

notable actividad antimicrobiana contra todas las bacterias probadas, incluyendo *Staphylococcus aureus*; no obstante, no superó al fármaco de quimioterapia comercial, 5-fluorouracilo (IC = 32,50 µg/ml). Ambos estudios mostraron que los extractos de la flor de plátano tenían actividad antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus*. Sin embargo, los resultados indicaron que los controles positivos (vancomicina y 5-fluorouracilo) tuvieron un mayor efecto inhibitor que los extractos de la flor de plátano, esta variedad pudo asociarse a la concentración y pureza de los compuestos activos, los mecanismos de acción específicos y la variabilidad en la composición fitoquímica de las plantas utilizadas en cada estudio.

El extracto etanólico de flor de plátano isla maleño muestra una acción bactericida menor en comparación con la vancomicina frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 debido a que la vancomicina es un antibiótico específicamente diseñado para lidiar con las infecciones causadas por bacterias Gram positiva como *Staphylococcus aureus*, y ha sido ampliamente estudiada y optimizada para maximizar su eficacia³⁵.

Por otro lado, aunque el extracto etanólico de flor de plátano contiene diversos compuestos bioactivos con potencial antibacteriano, su concentración y proporción pueden no ser suficientes para lograr el mismo grado de inhibición bacteriana que la vancomicina, además, la vancomicina actúa de manera específica sobre la síntesis de la pared celular bacteriana, lo que es un mecanismo clave en el crecimiento y supervivencia de *Staphylococcus aureus*, por el contrario, el extracto etanólico de la flor de plátano puede tener un espectro más amplio de actividad y dirigirse a diferentes puntos del metabolismo bacteriano, lo que podría resultar en una menor eficacia contra esta cepa específica³⁶.

Esta potente actividad antibacteriana de la flor de plátano podría cooperar en la prevención y tratamiento de infecciones, reduciendo así la incidencia y gravedad de enfermedades infecciosas en la población. Además, al ser una fuente natural de agentes antimicrobianos, la flor de plátano puede servir como una alternativa a los antibióticos sintéticos, especialmente en el contexto actual de resistencia bacteriana a fármacos. Al utilizar este recurso natural, probablemente podría contribuir a una menor dependencia de antibióticos tradicionales y, potencialmente, reducir el riesgo de desarrollo de resistencia bacteriana. En definitiva, la explotación

de las propiedades antibacterianas de la flor de plátano isla maleño podría ser un valioso aporte para contribuir a mejorar la salud y el bienestar de la población.

IV.2. Conclusiones

- El extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño (*Musa paradisiaca*) presentó actividad antibacteriana sobre cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.
- Durante la marcha fitoquímica del extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño (*Musa paradisiaca linneo*), se identificaron diversos metabolitos secundarios, como lactonas α , β -insaturadas(++) y taninos (++) con leve presencia; flavonoides (+), alcaloides(+), antraquinonas(+), compuestos fenólicos(+) con mínima presencia. Estos compuestos se consideran responsables de la actividad antibacteriana observada contra las cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.
- Se determinó que los grupos experimentales al 25%, 50% y 75% del extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño (*Musa paradisiaca Linneo*) generaron halos de inhibición de 10,6640 mm; 12,8740 mm; 15,9670 mm respectivamente frente *Staphylococcus aureus*.
- Los promedios de los halos de inhibición de las concentraciones del 25%, 50% y 75% del extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño (*Musa paradisiaca linneo*) fueron inferiores en comparación a la vancomicina evidenciando 21,2870 mm de halo de inhibición frente cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

IV.3. Recomendaciones

- Se sugiere realizar pruebas adicionales de actividad antibacteriana utilizando diferentes técnicas, como la determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI) y la concentración mínima bactericida (CMB). Esto permitirá una evaluación más precisa de la potencia antimicrobiana del extracto y su capacidad para inhibir y eliminar las cepas de *Staphylococcus aureus*.
- Es recomendable llevar a cabo un análisis más detallado de los componentes fitoquímicos presentes en el extracto. Esto puede incluir la identificación y cuantificación de los compuestos activos mediante técnicas de cromatografía. El conocimiento de los compuestos específicos presentes en el extracto proporcionará información relevante sobre los mecanismos potenciales de acción, ayudando a establecer relaciones entre los componentes y la actividad antibacteriana observada.
- Se sugiere realizar estudios de mecanismos de acción para comprender mejor cómo el extracto ejerce su actividad antibacteriana. Esto puede incluir pruebas específicas para determinar si el extracto interfiere con la síntesis de la pared celular bacteriana, la replicación del ADN o la expresión de genes relacionados con la virulencia bacteriana. Estos estudios proporcionarán información importante sobre los posibles blancos moleculares y los mecanismos de resistencia bacteriana.
- Es fundamental evaluar la toxicidad del extracto para determinar su seguridad en posibles aplicaciones terapéuticas. Se sugiere realizar pruebas de citotoxicidad en líneas celulares humanas y ensayos de toxicidad aguda en modelos animales. Estos estudios ayudarán a establecer la viabilidad de utilizar el extracto de la flor de plátano isla maleño como agente antimicrobiano.
- Es recomendable realizar estudios de sinergia en combinación con otros agentes antimicrobianos comúnmente utilizados, como antibióticos convencionales. Estos estudios permitirán determinar si el extracto de plátano puede potenciar o mejorar la actividad de otros agentes antimicrobianos, lo que podría ser beneficioso en el desarrollo de terapias combinadas más efectivas contra *Staphylococcus aureus*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cheung G, Bae J, Otto M. Pathogenicity and virulence of *Staphylococcus aureus*. Virulence [Internet]. 2021; [cited 2023 ago 10] 12(1):547–69. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7872022/>
2. Flores R et al. Enfrentamiento de las infecciones de piel en el adulto. Rev Médica Clínica Las Condes [Internet]. 2021; [cited 2023 ago 10] 32(4):429–41. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864021000754?via%3Dihub>
3. Pulgarin, F Celia M. Generalidades de la medicina crítica o intensivista. Reciamuc [Internet]. 2019; [cited 2023 ago 10] 3(2):376–94. Available from: <https://www.reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/345>
4. Lee A et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. Nat Rev Dis Prim [Internet]. 2018; [cited 2023 ago 10] 4(1):1–23. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29849094/>
5. Organización Mundial de la Salud (OMS). Resistencia a los antimicrobianos [Internet]. 2020. [cited 2023 ago 10] Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>
6. Li X, Huang T, Xu K, Li C, Li Y. Molecular characteristics and virulence gene profiles of *Staphylococcus aureus* isolates in Hainan, China. BMC Infect Dis [Internet]. 2019; [cited 2023 ago 10] 19(1):1–12. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31640587/>
7. Pasachova J, Ramírez S, Muñoz L. *Staphylococcus aureus*: generalidades, mecanismos de patogenicidad y colonización celular. Nova [Internet]. 2019; [cited 2023 ago 10] 17(32):25–38. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702019000200025
8. Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. Las infecciones mortales por estafilococo siguen siendo una amenaza en los EE. UU. [Internet]. 05 de marzo. 2019. p. [cited 2023 ago 10]. Available from: https://www.cdc.gov/spanish/mediosdecomunicacion/comunicados/p_vs_estafilococo_030519.html
9. Gómez N, Vieyra J, Alonso O, Pirela M, Martínez O, Benítez E, et al.

- Surveillance of osteoarticular infections caused by *Staphylococcus aureus* in a paediatric hospital in Mexico City. *Front Cell Infect Microbiol* [Internet]. 2022; [cited 2023 agos 10] 12(1):1–14. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36569208/>
10. Ribeiro I et al. Antimicrobial photodynamic therapy with curcumin on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* biofilm. *Photodiagnosis Photodyn Ther* [Internet]. 2022; [cited 2023 agos 10] 37(1). Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1572100022000187?via%3Dihub>
 11. Leme R, Bispo P, Salles M. Community-genotype methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* skin and soft tissue infections in Latin America: a systematic review. *Brazilian J Infect Dis* [Internet]. 2021; [cited 2023 agos 10] 25(1):1–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33607082/>
 12. Aguirre P, Li V. Resistencia antibiótica de *Staphylococcus aureus* en portadores nasales menores de 2 años en Lima, Perú [Internet]. [Tesis para obtener el título profesional de Químico farmacéutico] Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2022. Available from: <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/11771>
 13. Ministerio de salud del Perú. La resistencia antimicrobiana [Internet]. 24 de diciembre. 2022. [cited 2023 agos 10] Available from: <https://www.gob.pe/15585-la-resistencia-antimicrobiana>
 14. Frick M et al. Infecciones por *Staphylococcus aureus* resistente a Meticilina en niños adquirida en la comunidad. Reporte de casos. *Rev la Univ Ind Santander Salud* [Internet]. 2021; [cited 2023 agos 10] 53(1):1–6. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-08072021000100600
 15. Mansour N, Loubet P, Pouget C, Remy C, Sotto A, Lavigne J, et al. *Staphylococcus aureus* Toxins: An Update on Their Pathogenic Properties and Potential Treatments. *Toxins (Basel)* [Internet]. 2021; [cited 2023 agos 10] 13(10):1–22. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34678970/>
 16. Mostafa H. Banana plant as a source of valuable antimicrobial compounds and its current applications in the food sector. *J Food Sci* [Internet]. 2021; [cited 2023 agos 10] 86(9):3778–97. Available from: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1750-3841.15854>

17. Jaimes Z y Tovar M. Actividad antibacteriana in vitro del extracto hidroalcohólico de *Musa cavendishii* Lamb. (Plátano morado) frente a la cepa de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y la cepa de *Streptococcus pyogenes* ATCC 19615 [Internet]. 2020. Available from: <https://repositorio.uma.edu.pe/handle/20.500.12970/278>
18. Bonilla J et al. Efecto inhibitorio in vitro del extracto líquido de “*musa acuminata*” frente a “*staphylococcus aureus*” resistente a metilina y evaluación de la toxicidad en “*artemia salina*.” *Med Natur* [Internet]. 2020; [cited 2023 ago 10] 14(1):95–100. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7248983>
19. Ortiz F, Mejia E, Espinoza M. Efecto antibacteriano de la *Musa acuminata* (Musaceae) frente al *Enterococcus faecalis* ATCC 29212. *Arnaldoa*. 2021; [cited 2023 ago 10] 28(1):125–38.
20. Hridayanand S et al. Comparative antimicrobial activities of *Musa paradisiaca* and *Bougainvillea glabra* flowers. *Res J Pharm Technol* [Internet]. 2020; [cited 2023 ago 10] 13(9):4047. Available from: <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:rjpt&volume=13&issue=9&article=003>
21. Karkaningsih T et al. Proofing banana blossom (*Musa acuminata*) water-soluble extract as histamine forming antibacteria. *E3S Web Conf* [Internet]. 2021; [cited 2023 ago 10] 322(04002):1–9. Available from: https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2021/98/e3sconf_isffs2021_04002/e3sconf_isffs2021_04002.html
22. Ariffin M et al. In vitro antibacterial, antioxidant, and cytotoxicity evaluations of *Musa paradisiaca* cv. Sekaki florets from Sarawak, Malaysia. *J Appl Pharm Sci* [Internet]. 2021; [cited 2023 ago 10] 11(5):91–9. Available from: https://japsonline.com/abstract.php?article_id=3368&sts=2
23. Guija M, Guija R. *Metodología de la investigación Científica*. 1st ed. Lima: Editorial USMP; 2019. 166 p.
24. Ahmed O, Abd El-Twab S, Al-Muzafar H. *Musa paradisiaca* L. leaf and fruit peel hydroethanolic extracts improved the lipid profile, glycemic index and oxidative stress in nicotinamide/streptozotocin-induced diabetic rats. *Vet Med Sci*. 2021; [cited 2023 ago 10] 7(2):500–11.
25. Nakamura Y, Takahashi H, Takaya A, Inoue Y, Saito N. HHS Public Access.

- Sci Transl Med. 2021; [cited 2023 agos 10] 12(551).
26. Amiel J. Metodología y diseño de la investigación científica. 1st ed. Ruiz M, editor. Lima: Fondo editorial de la Universidad Científica del Sur; 2014. 1–329 p.
 27. Castro E. Bioestadística aplicada en investigación clínica: conceptos básicos. REV MED CLIN CONDES [Internet]. 2019; [cited 2023 agos 10] 30(1):1–10. Available from: doi: 10.1016/j.rmclc.2018.12.002
 28. Valenzuela C, Gongora N, Dueñas M, Velazquez L, Ramos A, Valenzuela N. Efecto de los extractos secos clorofórmico y de diclorometano de *Tropaeolum tuberosum* (Ruiz & Pavón) mashua sobre los parámetros seminales y toxicidad aguda. Rev Colomb Cienc Quím Farm [Internet]. 2019; [cited 2023 agos 10] 48(1):94–111. Available from: <http://dx.doi.org/10.15446/rcciquifa.v48n1.80068>
 29. López M, Dolores M, Sabanza M, Ciprian G, Jiménez B, Miguel A. El estafilococo dorado. Rev Sanit Investig. 2021; [cited 2023 agos 10] 2(9):1–10.
 30. Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. Las infecciones mortales por estafilococo siguen siendo una amenaza en los EE. UU. [Internet]. 05 de marzo. 2019. Available from: https://www.cdc.gov/spanish/mediosdecomunicacion/comunicados/p_vs_estafilococo_030519.html
 31. Hernández F et al. Efecto antibacteriano de la *Musa acuminata* (Musaceae) frente al *Enterococcus faecalis* ATCC 29212. Arnaldoa [Internet]. 2021; [cited 2023 agos 10] 28(1):125–38. Available from: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992021000100125&nrm=iso
 32. Sitthiya K, Devkota L, Sadiq M, Anal A. Extraction and characterization of proteins from banana (*Musa Sapientum* L) flower and evaluation of antimicrobial activities. J Food Sci Technol. 2018; [cited 2023 agos 10] 55(2):658–66.
 33. Mejia C. Evaluación de metabolitos secundarios y propiedades antioxidantes e hipoglucemiante de *Lúcuma* (*Pouteria lucuma*) en dos estados de madurez. Universidad Nacional Agraria la Molina; 2017.
 34. Janampa C. Determinación de metabolitos primarios, actividades enzimáticas y características fisicoquímicas de la *lúcuma* (*Pouteria lucuma*) en dos

- estados fisiológicos. Universidad Nacional Agraria la Molina; 2017.
35. Mühlberg E, Umstätter F, Kleist C, Domhan C, Mier W, Uhl P. Renaissance of vancomycin: Approaches for breaking antibiotic resistance in multidrug-resistant bacteria. *Can J Microbiol.* 2020; [cited 2023 agos 10] 66(1):11–6.
 36. Maryati T, Nugroho T, Bachruddin Z, Pertiwiningrum A. Antibacterial effects of Kepok Banana bunch (*Musa paradisiaca* L.) against *Staphylococcus aureus*. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.* 2021; [cited 2023 agos 10] 637(1):6–10.
 37. Sharma S, Sontakke R, Sharma N, Pancholi N, Kamalpuria N. Imminent composition of *Musa paradisiaca* Blossom of Indian origin: A review. *J Pharmacogn Phytochem.* 2019; [cited 2023 agos 10] 8(5):470–2.

ANEXOS

ANEXO A: Instrumentos de recolección de datos

N°	Frente a <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923				
	Control	Vancomicina 30ug	Ext 25 %	Ext 50 %	Ext 75 %
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Tabla B: Marcha fitoquímica del extracto etanólico

IDENTIFICACION DE METABOLITOS SECUNDARIOS		
Metabolitos secundarios	Reactivos	Resultado
Quinonas	Borntrager	
Compuestos fenólicos	FeCl ₃	
Flavonoides	Shinoda	
Antocianinas	NaOH 10%	
Taninos	Gelatina	
Taninos	Gelatina Sal	
Alcaloides	Dragendorff	
Alcaloides	Wagner	
Alcaloides	Mayer	
Triterpenos y Esteroides	Liebermann Burchard	
Lactonas α , β insaturadas	Baljet	
Saponinas	Espuma	

❖ **Leyenda:**

(-) Ausente

(+) Escaso

(++) Leve

(+++) Moderado

(++++) Abundante

Tabla C: Ensayo de Solubilidad

TUBO	SOLVENTES	RESULTADOS
N° 1	Éter de petróleo	
N° 2	Diclorometano	
N° 3	Cloroformo	
N° 4	Butanol	
N° 5	Etanol de 70°	
N° 6	Metanol	
N° 7	Agua destilada	
N° 8	Dimetilsulfóxido	

Leyenda:

Insoluble: (-)

Poco soluble: (+)

Medianamente soluble: (++)

Muy soluble: (+++)

ANEXO B: Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General
¿Cuál es la actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño (<i>Musa paradisiaca linneo</i>) sobre cepas de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923?	Determinar la actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño (<i>Musa paradisiaca linneo</i>) sobre cepas de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	El extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño (<i>Musa paradisiaca linneo</i>) presenta actividad antibacteriana sobre cepas de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas
¿Qué metabolitos secundarios activos se encontrarán en el extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño (<i>Musa paradisiaca linneo</i>)?	Identificar cualitativamente los metabolitos secundarios activos que se encuentran en el extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño (<i>Musa paradisiaca linneo</i>)	El extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño (<i>Musa paradisiaca linneo</i>) presenta metabolitos secundarios activos
¿El extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño (<i>Musa paradisiaca linneo</i>) tendrá actividad antibacteriana in vitro sobre cepas de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923 en la concentración del 25%, 50 y 75%?	Determinar la actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño (<i>Musa paradisiaca linneo</i>) sobre cepas de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923 en la concentración del 25%, 50 y 75%	El extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño (<i>Musa paradisiaca linneo</i>) presenta actividad antibacteriana in vitro sobre cepas de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923 en la concentración del 25%, 50 y 75%
¿Cuál es la actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño (<i>Musa paradisiaca linneo</i>) comparado con Vancomicina 30ug sobre cepas de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923?	Comparar la actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño (<i>Musa paradisiaca linneo</i>) con Vancomicina 30ug sobre cepas de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	La actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño (<i>Musa paradisiaca linneo</i>) es mayor comparado con Vancomicina 30ug sobre cepas de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923

Anexo C. Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	VALOR
VARIABLE INDEPENDIENTE Extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño (<i>Musa paradisiaca</i> Linneo)	Fracción líquida obtenida de la maceración etanólica de flor de <i>Musa paradisiaca</i> .	Técnica de maceración de flor de <i>Musa paradisiaca</i> .	Ensayo fitoquímico	Marcha fitoquímica	Ordinal	(-) Ausente (+) Mínima presencia (++) Mediana presencia (+++) Abundante presencia
VARIABLE DEPENDIENTE Actividad antibacteriana in vitro frente cepas de <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	Capacidad de inhabilitar la diseminación de un grupo de microorganismos.	Se utilizará la técnica de difusión en agar para medir las dimensiones de los halos de inhibición generados por los discos de experimentación.	Ensayo microbiológico	Medición de diámetro inhibición (mm)	Razón	<8 mm: nulo (-) 8 – 14 mm: Sensibilidad baja o límite (+) 14 – 20 mm: Sensibilidad media o muy sensible (++) >20 mm: Sumamente sensible (+++)

ANEXO D. Informe de análisis de laboratorio



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Informe de Resultados

Solicitado por: CCALA CHECYA, MISHAEL HARRISON
CONDOR HERRADA, ESTEFANI EDILBERTA

Muestra: Extracto etanólico de la flor de plátano isla maleño (Musa paradisiaca)

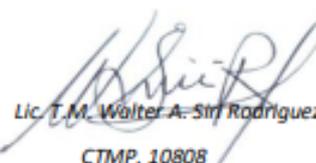
Cantidad: 9.68 g.

Fecha de ensayo: 06-05-2023

Microorganismo	Diámetros de inhibición en mm				
	25%	50%	75%	Vancomicina	DMSO
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	10.61	12.85	15.92	21.27	6
	10.70	12.89	16.00	21.32	6
	10.69	12.90	15.95	21.30	6
	10.65	12.87	15.97	21.29	6
	10.60	12.85	15.98	21.22	6
	10.68	12.88	15.97	21.30	6
	10.65	12.86	15.93	21.28	6
	10.69	12.91	15.99	21.30	6
	10.68	12.86	15.97	21.28	6
	10.69	12.87	15.99	21.31	6

*Tamaño de pozo: 6mm, por lo que al reportarse 6 mm es indicativo que no existe formación halo de inhibición

*Concentración del inóculo: 1.5×10^8 UFC/mL


Lic. T.M. Walter A. Sif Rodríguez
CTMP. 10808

ANEXO E. Certificado de Agar Mueller Hinton



Certified : ISO 9001:2015, ISO 13485:2012 , WHO GMP

HiMedia Laboratories Private Limited
 23, Vadhani Industrial Estate, L.B.S. Marg,
 Mumbai - 400086 , Website : www.himedialabs.com,
 Email : info@himedialabs.com

Certificate of Analysis, Quality and Conformity

Material Code : M173	Material Name : Mueller Hinton Agar	Lot No : 0000357521
Report No.: 040000849057	Date of Release & Report : 2018-09-24	Expiry Date : 2023-09

Appearance

Cream to yellow homogeneous free flowing powder . Observed : Light yellow

Gelling

Firm, comparable with 1.7% agar gel.

Colour and Clarity of prepared medium

Light amber coloured clear to slight opalescent gel forms in Petri plates.

Reaction

Reaction of 3.8% w/v aqueous solution at 25°C.

pH

pH Range :7.20-7.40 Observed : 7.39

Cultural Response

Cultural characteristics observed after incubation at 30-35°C for 18 -24 hours for bacterial cultures. For testing *S.pneumoniae* : The medium was supplemented with 5% Sheep blood and incubated at 35°C for 16-18 hours at 5% CO₂ For testing *H.influenzae* : Yeast extract & 2 vials /l of Haemophilus Growth Supplement (FD117 containing 15 mg/l of Haematin + 15 mg/l of NAD) and incubated at 35°C for 20-24 hours at 5% CO₂

Antibiotic Sensitivity test

Various discs were tested for standard ATCC strains and zone of inhibition were measured after an incubation 30-35°C for 18 hours. (As per the latest CLSI Protocol M6 & Standards as per the current CLSI M100)

Thymine/Thymidine Content

The zones for these discs are indicative of the Thymine/Thymidine content of the medium.

Divalent Cation Content

* The zones for these discs are indicative of the Divalent Cation content of the medium

Organism	Inoculum (CFU)	Growth	Observed Lot value (CFU)	Recovery	Standard Zone	Zone of inhibition Observed
Escherichia coli ATCC 25922						
<i>Growth promoting</i>	85	luxuriant	72	84%	-	-
<i>Amoxycylav AMC 30 mcg</i>	-	-	-	-	18-24 mm	22mm
<i>Ampicillin AMP 10 mcg</i>	-	-	-	-	16-22 mm	21mm
<i>Cefotaxime CTX 30 mcg</i>	-	-	-	-	29-35 mm	33mm
<i>Cefoxitin CX 30 mcg</i>	-	-	-	-	23-29 mm	28mm
<i>Cephalothin CEP 30mcg</i>	-	-	-	-	15-21 mm	20mm

HiMedia Laboratories Private Limited
 23, Vadhani Industrial Estate, L.B.S. Marg,
 Mumbai - 400086 , Website : www.himedialabs.com,
 Email : info@himedialabs.com

Certificate of Analysis, Quality and Conformity

Material Code : M173	Material Name : Mueller Hinton Agar	Lot No : 0000357521
Report No. : 040000849057	Date of Release & Report : 2018-09-24	Expiry Date : 2023-09

<i>Chloramphenicol C 30 mcg</i>	-	-	-	-	21-27 mm	26mm
<i>Ciprofloxacin CIP 5mcg</i>	-	-	-	-	30-40 mm	38mm
<i>Gentamicin GEN 10 mcg</i>	-	-	-	-	19-26 mm	24mm
<i>Sulphafurazole SF 300 mcg</i>	-	-	-	-	15-23 mm	21mm
<i>Tetracycline TE 30 mcg *</i>	-	-	-	-	18-25 mm	24mm
<i>Co-Trimoxazole COT 25 mcg #</i>	-	-	-	-	23-29 mm	28mm
Staphylococcus aureus ATCC 25923						
<i>Growth promoting</i>	76	luxuriant	64	84%	-	-
<i>Amoxiclav AMC 30 mcg</i>	-	-	-	-	28-36 mm	35mm
<i>Ampicillin/Sulbactam A/S 10/10 mcg</i>	-	-	-	-	29-37 mm	36mm
<i>Cephalothin CEP 30mcg</i>	-	-	-	-	29-37 mm	35mm
<i>Ciprofloxacin CIP 5mcg</i>	-	-	-	-	22-30 mm	29mm
<i>Erythromycin E 15 mcg</i>	-	-	-	-	22-30 mm	28mm
<i>Linezolid LZ 30 mcg</i>	-	-	-	-	25-32 mm	31mm
<i>Oracillin OX 1mcg</i>	-	-	-	-	18-24 mm	23mm
<i>Pristinomyin RP 15 mcg</i>	-	-	-	-	21-28 mm	27mm
<i>Tetracycline TE 30 mcg *</i>	-	-	-	-	24-30 mm	29mm
<i>Vancomycin VA 30 mcg</i>	-	-	-	-	17-21 mm	20mm
<i>Co-Trimoxazole COT 25 mcg #</i>	-	-	-	-	24-32 mm	31mm
<i>Cefoxitin CX 30 mcg</i>	-	-	-	-	23-29 mm	27mm
Pseudomonas aeruginosa ATCC 27853						
<i>Growth promoting</i>	83	luxuriant	71	85%	-	-
<i>Amikacin AK 30 mcg *</i>	-	-	-	-	18-26 mm	25mm
<i>Aztreonam AT 3mcg</i>	-	-	-	-	23-29 mm	27mm
<i>Cephotaxime CTX 30 mcg</i>	-	-	-	-	18-22 mm	21mm
<i>Ceftazidime CAZ 30 mcg</i>	-	-	-	-	22-29 mm	27mm
<i>Ciprofloxacin CIP 5mcg</i>	-	-	-	-	25-33 mm	31mm
<i>Gentamicin GEN 10 mcg *</i>	-	-	-	-	16-21 mm	20mm
<i>Imipenem IPM 10 mcg</i>	-	-	-	-	20-28 mm	27mm
<i>Piperacillin PI 100 mcg</i>	-	-	-	-	25-33 mm	31mm
<i>Ticarcillin/Clavulanic acid TCC 75/10mcg</i>	-	-	-	-	20-28 mm	27mm
<i>Tobramycin TOB 10 mcg *</i>	-	-	-	-	19-25 mm	23mm
Escherichia coli ATCC 35218						

HiMedia Laboratories Private Limited
 23, Vadhani Industrial Estate, L.B.S. Marg,
 Mumbai - 400086 , Website : www.himedialabs.com,
 Email : info@himedialabs.com

Certificate of Analysis, Quality and Conformity

Material Code : M173	Material Name : Mueller Hinton Agar	Lot No : 0000357521
Report No.: 040000849057	Date of Release & Report : 2018-09-24	Expiry Date : 2023-09

<i>Growth promoting</i>	75	luxuriant	63	84%	-	-
<i>Amoxycylav AMC 30 mcg</i>	-	-	-	-	17-22 mm	21mm
<i>Ampicillin AMP 10 mcg</i>	-	-	-	-	6 mm	6mm
<i>Ampicillin/Sulbactam A/S 10/10 mcg</i>	-	-	-	-	13-19 mm	18mm
<i>Piperacillin PI 100 mcg</i>	-	-	-	-	12-18 mm	16mm
<i>Piperacillin/Tazobactam P/T 100/10 mcg</i>	-	-	-	-	24-30 mm	29mm
<i>Ticarcillin TI 75 mcg</i>	-	-	-	-	6 mm	6mm
<i>Ticarcillin/Clavulanic acid TCC 75/10mcg</i>	-	-	-	-	21-25 mm	23mm

Enterococcus faecalis ATCC 29212

<i>Growth promoting</i>	69	luxuriant	58	84%	-	-
<i>Co-Trimoxazole COT 25 mcg #</i>	-	-	-	-	# 20 mm (Clear zone)	23mm
<i>Trimethoprim TR 5 mcg #</i>	-	-	-	-	# 20 mm	21mm
<i>Vancomycin VA 30 mcg</i>	-	-	-	-	# 17 mm	22mm

Staphylococcus aureus ATCC 43300 (MRSA)

<i>Growth promoting</i>	88	luxuriant	76	86%	-	-
<i>Oxacillin OX 1 mcg</i>	-	-	-	-	Very Hazy to No Zone	No zone

Sterptococcus pneumoniae ATCC 49619 (On Medium with 5% Sheep Blood)

<i>Growth promoting</i>	80	luxuriant	69	86%	-	-
-------------------------	----	-----------	----	-----	---	---

Neisseria gonorrhoeae ATCC 49226 (Incubated w/5% CO2)

<i>Growth promoting</i>	71	luxuriant	63	88%	-	-
-------------------------	----	-----------	----	-----	---	---

Haemophilus influenzae ATCC 49247 (On medium w/ Y.E.,NAD & Hematin)

<i>Growth promoting</i>	84	luxuriant	72	85%	-	-
-------------------------	----	-----------	----	-----	---	---

- ATCC is a registered trade mark of the American Type Culture Collection
- NCTC and National Collection of Type Culture are registered trade mark of the Health Protection Agency

Control Media :

- For Bacteria : Soyabean Casein Digest Agar / Columbia Blood Agar base enriched with 5% v/v Sheep/Horse blood.
- For Yeast & Mold : Sabouraud Dextrose Agar.

- All ISO 11133 : 2014(E) control strains are included in the Quality parameter
- HiMedia Laboratories Pvt Ltd is Certified for ISO 9001:2015, ISO 13485:2012 , WHO GMP

HiMedia Laboratories Private Limited
23, Vadhani Industrial Estate, L.B.S. Marg,
Mumbai - 400086 , Website : www.himedialabs.com,
Email : info@himedialabs.com

Certificate of Analysis, Quality and Conformity

Material Code : M173	Material Name : Mueller Hinton Agar	Lot No : 000357521
Report No.: 040000849057	Date of Release & Report : 2018-09-24	Expiry Date : 2023-09

. Information for BSE/TSE Risk: The material was subjected to pH <= 7.0 and/or a temperature in excess of 75°C for no less than 2 hours during the manufacturing process. The bovine raw material for this product was collected entirely from Indian Origin animals in a licensed based establishment. The animals are inspected under a Govt. approved veterinarian's supervision and were apparently free from infectious and contagious diseases. BSE (Bovine Spongiform Encephalopathy)/ TSE (Transmissible Spongiform Encephalopathy) and dioxine are not known to exist in India. This material does not contain, nor is derived from the specific risks material as defined in The Maharashtra Animal Preservation Act Govt. of Maharashtra, India.

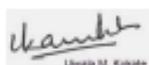
STATUS OF THE MATERIAL : APPROVED

This is to certify that this lot passes and it confirms to the above mentioned tests and specifications . The information given here is believed to be correct and accurate, however, both the information and products are offered without warranty for any particulars use, other than that specified in the current HiMedia manual or product sheets. The results reported were obtained at the time of release.

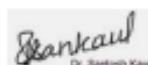
This document has been produced electronically and is valid



Sheetal Shewale
Microbiologist/Sr.Executive
Microbiologist



Ujjala M. Kulkarni
Asst./Dy/QC Manager



Dr. Santosh Kaul
Dy/QA Manager

24.09.2018

ANEXO F. Certificado de análisis de Cepa *Staphylococcus aureus* ATCC 25923

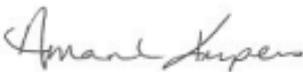


Certificate of Analysis: Lyophilized Microorganism Specification and Performance Upon Release

Specifications Microorganism Name: <i>Staphylococcus aureus</i> subsp. <i>aureus</i> Catalog Number: 0360 Lot Number: 360-540** Reference Number: ATCC® 25923™* Passage from Reference: 3 (7) Mean Assay Value (MAV): 6.9E+02 CFU per pellet	Expiration Date: 2023/5/31 Release Information: Quality Control Technologist: Kavitha Gobalan Release Date: 2021/6/14
---	--

Macroscopic Features: Medium to large, convex, entire edge, both white and pale white colonies, smooth, opaque, beta hemolytic	Performance Medium: SBAP
Microscopic Features: Gram positive cocci occurring singly, in pairs and in irregular clusters	Method: Gram Stain (1)

ID System: MALDI-TOF (1)
 See attached ID System results document.


 Amanda Kuperus
 Director of Quality Control
 AUTHORIZED SIGNATURE

**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 Microbiology, Inc. is licensed to use these trademarks and to sell products derived from ATCC® cultures.



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

(7) The Mean Assay Value (MAV) stated above may deviate from the end-user's MAV based on variables inherent to each laboratory environment, such as methods, media type, equipment, pipettes, and individual technician technique.

Bruker Daltonik MALDI Biotyper Classification Results



Meaning of Score Values

Range	Interpretation	Symbols	Color
2.00 – 3.00	High-confidence identification	(+++)	green
1.70 – 1.99	Low-confidence identification	(+)	yellow
0.00 – 1.69	No Organism Identification Possible	(-)	red

Meaning of Consistency Categories (A - C)

Category	Interpretation
(A)	High consistency: The best match is a high-confidence identification. The second-best match is (1) a high-confidence identification in which the species is identical to the best match, (2) a low-confidence identification in which the species or genus is identical to the best match, or (3) a non-identification.
(B)	Low consistency: The requirements for high consistency are not met. The best match is a high- or low-confidence identification. The second-best match is (1) a high- or low-confidence identification in which genus is identical to the best match or (2) a non-identification.
(C)	No consistency: The requirements for high or low consistency are not met.

Run Creation Date/Time: 2021-06-10T14:33:39.137 KG

Applied MSP Library(ies): BDAL, Mycobacteria Library (bead method), Filamentous Fungi Library

Sample Name	Sample ID	Organism (best match)	Score Value
A4 (+++) (A)	360-540	Staphylococcus aureus	2.45

Comments:

n/a

ANEXO G. Evidencias fotográficas

RECOLECCION DE LA MUESTRA



Figura 1. Reconocimiento del área y la muestra de interés, plátano isla maleño



Figura 2. Recolección de la muestra de interés, Flores de *Musa paradisiaca*



Figura 3. Selección de Flores de *Musa paradisiaca*

TRATAMIENTO DE LA MUESTRA RECOLECCION DE LA MUESTRA



Figura 4. Muestra de tipo Flores de Musa paradisiaca



Figura 5. Selección de la muestra



Figura 6. Lavado de la muestra



Figura 7. Procedimiento de secado de la muestra



Figura 8. Procedimiento de molienda de la muestra



Figura 9. Preparación del macerado del extracto etanólico



Figura 10. Procedimiento de filtración del macerado del extracto etanólico

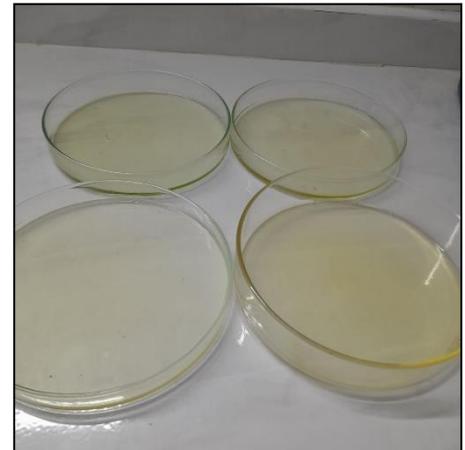


Figura 11. Obtención de extracto seco

PRUEBA DE SOLUBILIDAD



Figura 12. Añadiendo extracto seco al tubo de ensayo para prueba de solubilidad



Figura 13. Agitación en el vortex

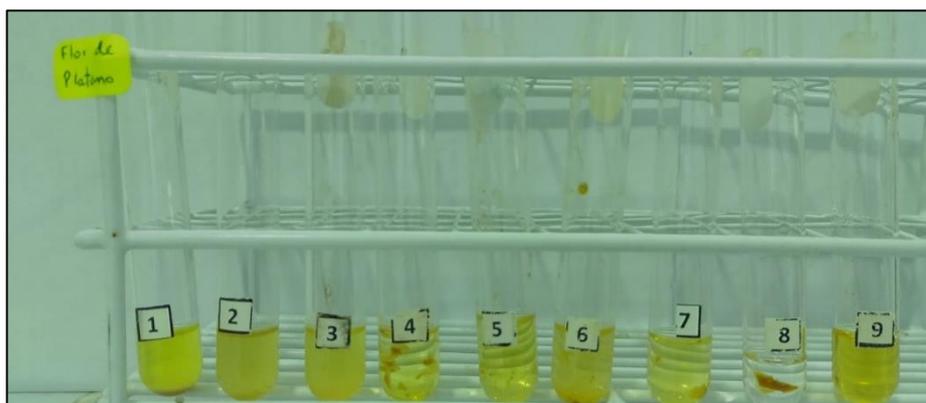


Figura 14. Resultado de prueba de solubilidad

MARCHA FITOQUÍMICA



Figura 15. Adición de extracto a los tubos de ensayo



Figura 16. Adición del reactivo en la marcha fitoquímica

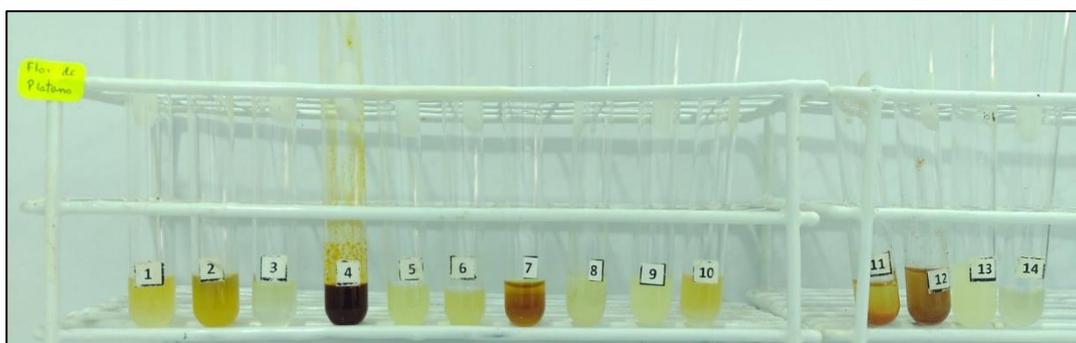


Figura 17. Resultado de la marcha fitoquímica

ENSAYO MICROBIOLÓGICO



Figura 18. Pesando del Agar



Figura 19. Agar Mueller Hinton



Figura 20. Autoclave para el uso en la prueba microbiológica

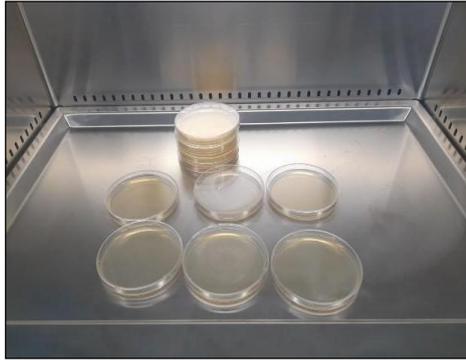


Figura 21. Placas preparadas

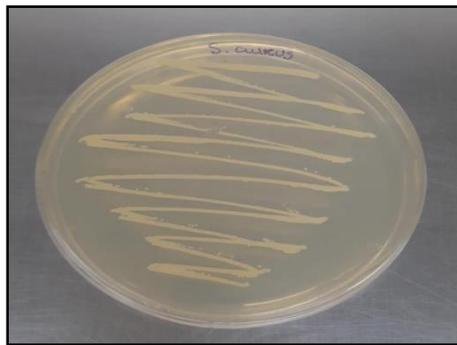


Figura 22. Cepa biológica de tipo:
Staphylococcus aureus ATCC
25923



Figura 23. Comparación de turbidez mediante el reactivo de Mc. Farland

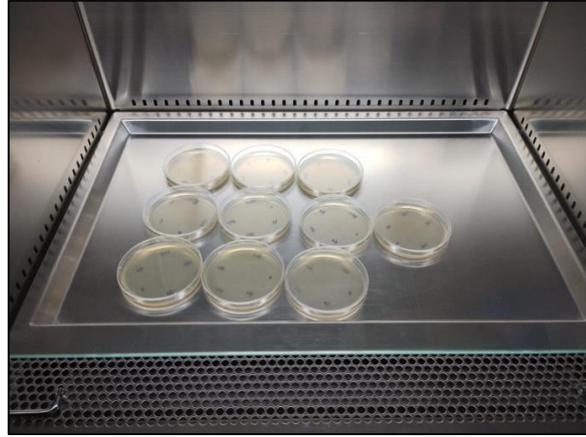


Figura 24. Rotulado de placas

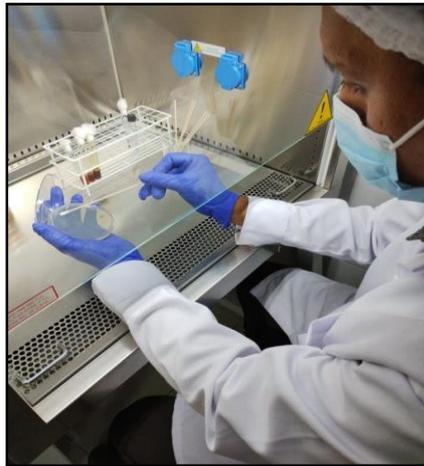


Figura 25. Sembrado de la cepa biológicas en las placas



Figura 26. Efectuando pozos en agar con ayuda de un sacabocado



Figura 27. Sustancias experimentales y controles



Figura 28. Incubación de *S. aureus*

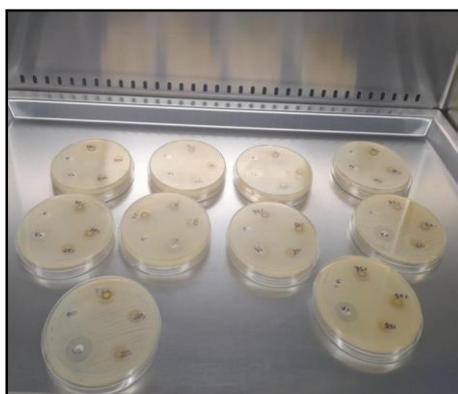


Figura 29. Placas Petri con halos de inhibición

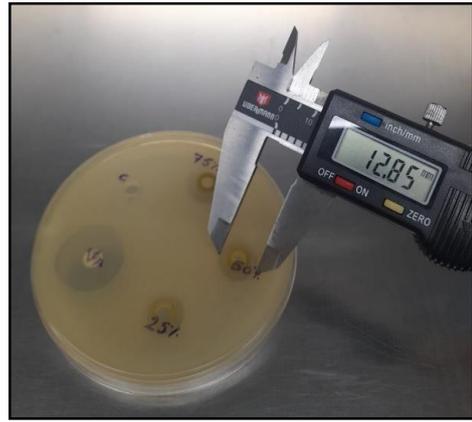


Figura 30. Lectura de resultados

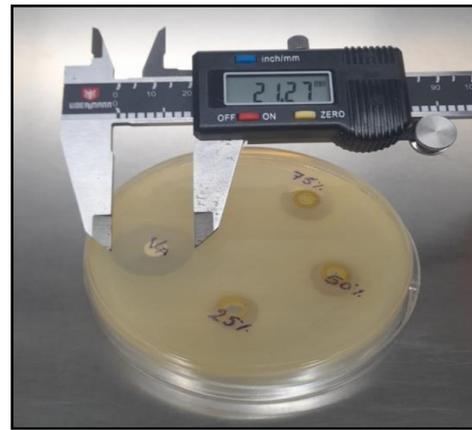
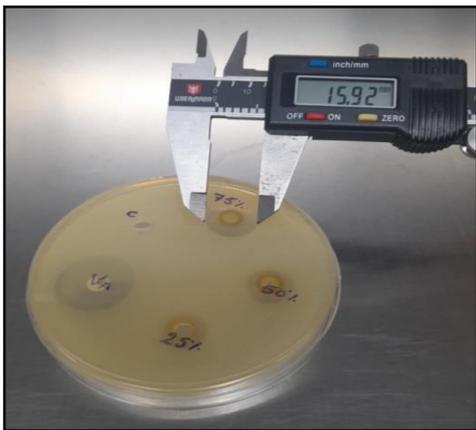


Figura 31. Lectura de resultados

ANEXO H. Porcentaje de rendimiento

Determinación del porcentaje de rendimiento

Tenemos la cantidad de producto obtenido en la extracción química.

$$\%E = \frac{Pf}{Pi} \times 100$$

Dónde: %E = porcentaje de rendimiento

Pf = peso final (extracto seco)

Pi = peso inicial (muestra molida)

Fuente: Efecto de los extractos secos clorofórmico y de diclorometano de *Tropaeolum tuberosum* (Ruiz & Pavón) mashua sobre los parámetros seminales y toxicidad aguda

<http://www.scielo.org.co/pdf/rccqf/v48n1/0034-7418-rccqf-48-01-94.pdf>

Extracción por maceración

$$\%E = \frac{9.68 \text{ g}}{250 \text{ g}} \times 100 = 3.872\%$$

Pf= 9.68 g. extracto seco obtenido

Pi = 250 g muestra molida

ANEXO I. Certificado Taxonómico

JOSÉ R. CAMPOS DE LA CRUZ
CONSULTOR BOTÁNICO

C. B. P. 3796

Cel: 963689079

Email: jocamde@gmail.com



CERTIFICACION DE IDENTIFICACION BOTANICA

JOSÉ RICARDO CAMPOS DE LA CRUZ. BIÓLOGO COLEGIADO. CBP 3796 – INSCRITO EN EL REGISTRO DE PROFESIONALES QUE REALIZAN CERTIFICACIONES DE IDENTIFICACION TAXONÓMICA DE ESPECÍMENES Y PRODUCTOS DE FLORA – RESOLUCIÓN DIRECTORAL N.º 0311-2013-MINAGRI-DGFFS-DGEFFS.

CERTIFICA:

Que, los Bachilleres CCALA CHECYA, MISHAEL HARRISON y CONDOR HERRADA, ESTEFANI EDILBERTA, testistas de la Universidad María Auxiliadora, Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, con fines de investigación para desarrollar el proyecto de tesis titulado: ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA in vitro DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE LA FLOR DE PLÁTANO ISLA MALEÑO (*Musa paradisiaca*) SOBRE CEPAS DE *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, han solicitado la identificación y certificación botánica de muestras fértiles con flores y frutos de plátano isla maleño procedente de la Zona los Platanales (Santa Inés), distrito Mala, provincia de Cañete, departamento de Lima, las muestras han sido estudiadas y clasificadas como *Musa paradisiaca* L. Según la base de W3Tropicos del Missouri Botanical Garden que siguen el sistema moderno de clasificación de las angiospermas (APG), publicado en 1998 por el Grupo para la Filogenia de las Angiospermas, revisado por APG II (2003), APG III (2009), actualizado por APG IV (2016), el sistema APG evita el uso de la nomenclatura taxonómica clásica por arriba de orden, Chase & Reveal en APG III (2009) consideran a todas las plantas verdes en la Clase Equisetopsida. Teniendo en cuenta los datos de la base W3Tropicos, APG III y APG IV, para la especie identificada se adapta las siguientes categorías taxonómicas y clados:

Reino: Plantae

División: Angiospermae

Clase: Equisetopsida

Subclase: Lilianae

Superorden: Asteranae

Orden: Zingiberales

Familia: Musaceae

Género: *Musa*

Especie: *Musa paradisiaca* L.

Nombres vulgares: "Plátano isla maleño", "Plátano de isla maleño"

Se expide la certificación botánica para fines de investigación científica.

Lima, 02 de setiembre del 2023

