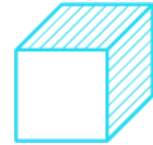




EN LA UAP
TÚ ERES PARTE
DEL CAMBIO



**Facultad de Medicina Humana y Ciencias de la Salud
Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica**

TESIS

**ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DEL EXTRACTO
HIDROALCOHÓLICO DE HOJAS DE *Mangifera indica* L.
(MANGO) FRENTE A *Escherichia coli***

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
Químico farmacéutico**

Presentado por:

BACH. TACURI QUEJIA MAGALI

Asesora:

MUÑOZ HERMOZA JOSEFINA.

Puerto Maldonado, Perú, Marzo del 2022

DEDICATORIA

A Dios, por su infinito amor, por guiarme y estar conmigo en todo momento dándome la fuerza y ganas de seguir adelante hasta lograr mis metas.

A mis padres, hermanos y familiares, por su amor, su apoyo incondicional siempre, sin ellos no hubiera podido lograr mis objetivos y hoy culminar mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Alas Peruanas, porque a lo largo de los años ha contribuido en nuestra formación de muchos profesionales y hoy me permite formar parte de uno de ellos.

A mi asesor Mg. Edgar Luis Costilla García y docentes a lo largo de mi formación, por su abierta disponibilidad, paciencia y enseñanza.

A mis compañeros de aula, que fueron un gran apoyo cada día y no solo en lo académico; a todos mil gracias.

ÍNDICE GENERAL

<i>Dedicatoria</i>	ii
<i>Agradecimiento</i>	iii
<i>Índice general</i>	iv
<i>Índice de tablas</i>	vii
<i>Índice de figuras</i>	vii
<i>Resumen</i>	ix
<i>Abstract</i>	x
<i>Introducción</i>	viii

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la situación problemática.....	13
1.2 Formulación del problema.....	15
1.2.1 Problema general.....	15
1.2.2 Problemas específicos.....	15
1.3 Objetivos de la investigación.....	15
1.3.1 Objetivo general.....	16
1.3.2 Objetivos específicos.....	16
1.4 Justificación, importancia y viabilidad de la investigación.....	16
1.4.1 Justificación de la investigación.....	16
1.4.2 Importancia de la investigación.....	17
1.5 Limitación de la investigación.....	18

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes.....	19
2.1.1 A nivel nacional.....	19
2.1.2 A nivel internacional.....	20
2.2 Bases teóricas.....	26
2.2.1 Medicina tradicional.....	26

2.2.1.1. Fitoterapia.....	27
2.2.1.2. Fitofármaco.....	27
2.2.2. <i>Mangifera indica</i> L. (Mango)	28
2.2.2.2. Clasificación taxonómica	28
2.2.2.3. Descripción botánica.....	29
2.2.2.4. Composición química.....	31
2.2.2.5. Usos.....	32
2.2.3. Extractos vegetales	33
2.2.3.1. Métodos de extracción	34
2.2.4. Tamizaje fitoquímico	35
2.2.5. Bacterias.....	39
2.2.5.1. <i>Escherichea coli</i>	41
2.2.5.1.1. Taxonomía	42
2.2.5.1.2. Patogenicidad.....	43
2.2.5.1.3. Mecanismo de resistencia antibiótica.....	46
2.2.6. Actividad antimicrobiana.....	48
2.2.7. Aspectos éticos.....	50
2.3 Definición de términos básicos.....	51
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES	
3.1. Hipótesis de la investigación.....	53
3.1.1 Hipótesis general.....	53
3.1.2 Hipótesis específicas.....	53
3.2. Identificación de variables.....	54
3.2.1 Variable independiente.....	54
3.2.2 Variable dependiente.....	54
3.3. Operacionalización de variables.....	54
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
4.1. Tipo y nivel de investigación.....	55
4.1.1 Tipo de investigación.....	55

4.1.2 Nivel de la investigación.....	55
4.2. Método y Diseño de la investigación	56
4.2.1 Método de la investigación.....	56
4.2.2 Diseño de la investigación.....	v
4.3. Población y muestra de la investigación.....	56
4.3.1 Población.....	56
4.3.2 Muestra.....	56
4.4. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	57
4.4.1 Técnicas.....	57
4.4.2 Instrumentos.....	57
4.4.3 Procedimientos.....	57

CAPÍTULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Resultados de investigación.....	63
--------------------------------------	----

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

6.1 Discusión de investigación	66
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES	70
FUENTES DE INFORMACIÓN	71
ANEXOS	80

ÍNDICE DE TABLAS

vi

Tabla N° 1: Clasificación taxonómica <i>Mangifera indica</i> L.	29
Tabla N° 2: Ensayos del tamizaje fitoquímico	38
Tabla N° 2: Clasificación Taxonómica de <i>Escherichia coli</i>	42
Tabla N° 4: Identificación de los metabolitos secundarios en el extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Mangifera indica</i> L. (Mango).....	63
Tabla N° 1: Actividad antimicrobiana del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Mangifera</i> <i>indica</i> L. (Mango) y perfil de susceptibilidad de <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Árbol Mangifera indica L. (Mango).....	30
Figura N° 2: Fruto Mangifera indica L. (Mango).....	31
Figura N° 3 : Diferencias en la estructura de la pared celular entre Bacterias Gram positivas y Gram negativas.....	40
Figura N° 4: Halos de inhibición	50

RESUMEN

Escherichia coli es uno de los microorganismos más patógenos y difíciles de combatir, ya que debido a diversos factores han adoptado nuevas formas de defensa y evasión ante los antibióticos que comúnmente usamos; es por ello la presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar la actividad antimicrobiana del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica* L. (mango) frente a *Escherichia coli* ATCC25922. La preparación del extracto a partir de las hojas, se realizó por el método de maceración, la identificación de sus metabolitos secundarios a través de pruebas de coloración y precipitación y la evaluación de la actividad antibacteriana, según el método de difusión en agar con discos, para lo cual el extracto se preparó tres concentraciones. Los resultados indicaron que *Mangifera indica* posee principalmente flavonoides, taninos, ambos compuestos fenólicos. Además, que el extracto a las concentraciones de 1.0 mg/ml, 0.5 mg/ml y 0.2 mg/ml, formó halos de 18.39mm, 13.78mm y 11.36mm, respectivamente, reflejando que *E. coli* es sensible. Concluyendo que el extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica* L. (mango) presenta actividad antimicrobiana frente a *Escherichia coli* ATCC25922 además que la especie vegetal, presenta principalmente fenoles, flavonoides, taninos, metabolitos que probablemente sean los responsables de esta propiedad.

Palabras clave: actividad antimicrobiana, *Mangifera indica* L. (mango), *Escherichia coli*, flavonoides.

ABSTRACT

Escherichia coli is one of the most pathogenic and difficult to combat microorganisms, since due to various factors they have adopted new forms of defense and evasion against the antibiotics we use; That is why the present research was carried out with the objective of evaluating the antimicrobial activity of the hydroalcohol extract of the leaves of *Mangifera indica* L. (mango) against *Escherichia coli* ATCC25922. The preparation of the extract from the leaves was carried out by the maceration method, identification of its secondary metabolites through coloration and precipitation tests and evaluation of antibacterial activity, according to the disk agar diffusion method, for which the extract is prepared in three concentrations. The results indicated that *Mangifera indica* has mainly flavonoids, tannins, both phenolic compounds. Also, that the extract concentrations are 1.0 mg / ml, 0.5 mg / ml and 0.2 mg / ml. I form halos of 18.39mm, 13.78mm and 11.36mm, respectively, reflecting that *E. coli* is sensitive. Concluding that the hydroalcoholic extract of the leaves of *Mangifera indica* L. (mango) presents antimicrobial activity against *Escherichia coli* ATCC25922, in addition to the plant species, it mainly presents phenols, flavonoids, tannins, metabolites that are probably responsible for this property.

Keywords: antimicrobial activity, *Mangifera indica* L. (mango), *Escherichia coli*, flavonoids.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día uno de los problemas de mayor alarma en el sector Salud son las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETAs), debido a los problemas en inocuidad, calidad de alimentos y a la resistencia desarrolla por los microorganismos, por lo que la Organización Mundial de la Salud (OMS) la reconoce como una amenaza pública. (1). Las ETAs son reconocidas como infecciones alimentarias y producidas primordialmente por virus, parásitos y bacterias, dentro de este último grupo se considera como uno de los principales agentes a *Escherichia coli* (1), la cual es una bacteria presente frecuentemente en el intestino de los animales de sangre caliente; donde la mayoría de las cepas de este microorganismo son inocuas, pero algunas como la *E. coli* pueden causar cuadros potencialmente mortales (2).

Se calcula que de cada diez personas en el mundo, se enfermen por esta patología y en las Américas, se estima que 77 millones de personas sufren un episodio de enfermedades transmitidas por los alimentos cada año (3), cuadros que se agravan porque los microorganismos son capaces de desarrollar mecanismos de resistencia, que consisten fundamentalmente en la producción de enzimas bacterianas que inactivan los antibióticos o en la aparición de modificaciones que impiden la llegada del fármaco a alternación del al punto diana (4). El Perú, no es ajeno a esta realidad, por ello que es necesario la búsqueda de nuevas alternativas de tratamiento de esta patología; nuestro país en su costa, sierra y selva posee una gran biodiversidad, áreas geográficas y climas adecuados para el crecimiento de diversas variedades de recursos vegetales medicinales óptimos para

estudios científicos (5), tal es el caso de *Mangifera indica L.* a quien se le atribuye empíricamente propiedades benéficas para el ser humano. (6)

Por lo mencionado anteriormente el presente trabajo de investigación busca evaluar la actividad antibacteriana del extracto hidroalcohólico de *Mangifera indica L.* frente a *Escherichia coli*. microorganismo de importancia clínica alimentaria, con el propósito de profundizar en el conocimiento de las características etnobotánicas y farmacológicas a través de su efecto antibacteriano, con el fin de generar una nueva posible alternativa terapéutica.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Los recursos vegetales han sido utilizados empíricamente a través de los años hasta la actualidad, donde la población suele hacer uso de ella dependiendo del tipo de malestar que presenten, pudiendo ser vía tópica como emplastos, o vía oral como infusiones, extractos, entre otros. En la actualidad el acceso a la medicina farmacéutica es compleja; sobre todo para las personas de bajos recursos económicos, conllevando a buscar un método más tradicional para el tratamiento de muchas enfermedades entre las cuales se encuentra las ETAS (4-6).

Actualmente, las infecciones bacterianas, se han convertido en una enorme amenaza a la salud pública a nivel mundial, principalmente debido a la fármaco-resistencia que han desarrollado, ya sea de forma natural y/o adquirida; y que se pueden clasificar en: Inactivación del antibiótico; modificación del sitio blanco del antibiótico y alteración de barreras de permeabilidad; otorgándoles de esto modo la capacidad de evadir los mecanismos de acción de los antibióticos o antimicrobianos (4). Dentro de este grupo de microorganismos se encuentra la *Escherichia coli*, la mayoría de sus cepas son inofensivas, sin embargo, algunas de ellas, como *E. coli* productora de toxina Shiga, no son causantes de enfermedades transmitidas a través de los alimentos, sino pueden producir cuadros potencialmente mortales como el síndrome hemolítico urémico que se caracteriza por una insuficiencia renal aguda, anemia hemolítica y trombocitopenia (2)

En la actualidad, la Organización Mundial de Salud (OMS) ha reportado que más del 80% de las personas en toda la orbe, emplean frecuentemente los recursos naturales o vegetales para calmar diversas molestias de salud; por lo que ha visualizado en ellas, una valiosa arma, para la lucha constante contra las enfermedades y búsqueda de nuevos fármacos, por esta razón brinda diversos tipos de apoyo para que los diferentes países o instituciones, para que estén a la vanguardia en la exploración y producción de información científica que afiance su empleo en la medicina (7).

Por lo expuesto una variedad de entidades del sector salud, educación, empresarial entre otros; tanto a nivel nacional e internacional y del sector público y privado, se han visto interesados en generar nuevas y/o continuar con investigaciones en diversos recursos vegetales con la finalidad de dar a conocer y difundir sus posibles propiedades medicinales, identificando los principios activos

para combatir diferentes tipos de patologías producidas por los diferentes microorganismos patógenos.

1.2. Formulación del problema.

1.2.1. Problema general

¿El extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica L.* (Mango) presenta actividad antimicrobiana frente *Escherichia coli* ATCC 25922?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿A partir de que concentración el extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica L.* (Mango) presenta actividad antimicrobiana frente *Escherichia coli* ATCC 25922?
- ¿Cuál es el perfil de susceptibilidad de *Escherichia coli* ATCC 25922 frente al extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica L.* (Mango)?
- ¿Cuáles son los principales metabolitos que presenta extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica L.* (Mango)?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la actividad antimicrobiana del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica* L. (Mango) frente *Escherichia coli* ATCC 25922.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar a partir de que concentración el extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica* L. (Mango) presenta actividad antimicrobiana frente *Escherichia coli* ATCC 25922.
- Determinar cuál es el perfil de susceptibilidad de *Escherichia coli* ATCC 25922 frente al extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica* L. (Mango).
- Identificar cuáles son los principales metabolitos que presenta el extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica* L. (Mango)

1.4. Justificación, importancia y viabilidad de la investigación

1.4.1. Justificación de la investigación

Desde muchos años atrás, los recursos vegetales han sido utilizados de manera empírica por el hombre para dar tratamiento de diferentes tipos de enfermedades; actualmente

los estudios son realizados con bases científicas y están enfocados en descubrir sus propiedades medicinales, en donde muchos de ellos, han demostrado la gran capacidad medicinal, debido a sus los principios activos o metabolitos químicos que poseen, siendo útiles en la creación de fitomedicamentos y/o fitofármacos, abriendo la posibilidad de crear y/o formular terapias más seguras, accesibles y con mayor probabilidad de éxito en frente a los antibióticos convencionales en combatir los diferentes mecanismo de resistencia bacteriana (4,7).

El Perú, debido a su posición geográfica, es poseedor de una amplia variedad de especies vegetales, por lo que es considerado uno de los países más rico para la búsqueda de nuevas fuentes de compuestos químicos naturales que puedan ser empleados en el tratamiento de diferentes patologías (5), entre estos recursos se encuentra tal es el caso de *Mangifera indica L.* a quien se le atribuye diversas propiedades benéficas para el ser humano. (6)

Por esta razón el presente trabajo de investigación busca contribuir con información veraz a la comunidad científica, con la finalidad de que sirva para mayores investigaciones como el preparado de diversos productos farmacéuticos y de esta manera beneficiar a la sociedad ya que de comprobarse la propiedad antimicrobiana de las hojas de *Mangifera indica L.* permitirá crear o formular una nueva alternativa de tratamiento eficaz y de origen natural.

1.4.2. Importancia de la investigación

El Perú es considerado uno de los países más valiosos por contar con una gran biodiversidad en recursos naturales con propiedades medicinales, tal es el caso de las especies vegetales, que a la fecha han demostrado tener muchos beneficios para la población, en especial el tema de enfermedades causadas por diversas bacterias; esto a raíz del incremento de la resistencia bacteriana, que está limitado la eficacia de los fármacos convencionales en el tratamiento de las diferentes patologías; por esta razón el presente estudio es de suma importancia, ya que se busca evaluar la actividad antimicrobiana del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica L.* (Mango) especialmente a frente *E. coli* , uno de los principales microorganismo causante de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA); con la finalidad de contribuir con información que valide su propiedad antimicrobiana, que marque el camino para futuras investigaciones enfocadas en la elaboración de formas farmacéuticas eficaces, seguras y de bajo costo.

1.5. Limitaciones del estudio.

Escasa información científica a nivel nacional sobre la actividad antimicrobiana de *Mangifera indica L.* (Mango) frente a bacterias

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Ante la búsqueda de la información realizada sobre *Mangifera indica* L. (Mango), se evidencio escasos estudios a nivel nacional e internacional relacionados con la actividad antimicrobiana del recurso frente a *Escherichia coli*. Por lo que se consigna investigaciones desde el año 2010

2.1.1. A nivel nacional

Untol R., Zavaleta G., Saldaña J. y Blas W. EFECTO IN VITRO DE EXTRACTOS HIDROALCOHÓLICOS DE *Mangifera indica*, *Tamarindus indica* y *Cassia angustifolia* SOBRE EL CRECIMIENTO DE *Salmonella typhi* y *Escherichia coli*. Facultad de Ciencias Biológicas, Departamento de Ciencias Biológicas Universidad Nacional de Trujillo, Perú. **2019.**

Presento entre sus objetivos evaluar la actividad antibacteriana del extracto hidroalcohólico de hojas de *M. indica* “mango”, sobre el crecimiento de *S. typhi* y *E. coli* ATCC 25922. Metodología: EL extracto hidroalcohólico se obtuvieron de las hojas de *M. indica*, utilizando un equipo Soxhlet con alcohol al 90°, para evaluar el efecto sobre el crecimiento bacteriano se empleó el método Kirby-Bauer con discos de papel Watman n° 4. Los resultados mostraron la formación de un halo de inhibición de 16,53mm y 11,25mm para *S. typhi* y de 15,16mm y 6.53mm para *E. coli* a la concentración de 50% y 25% respectivamente. Concluyendo que el extracto hidroalcohólico de hojas de *Mangifera indica* “mango” ejercen un efecto sobre el crecimiento de *Salmonella typhi* y *Escherichia coli* ATCC 25922 microorganismos patógenos entéricos, probablemente a la mangiferina, un polifenol reportado en otras investigaciones.
(8)

2.1.2. A nivel internacional.

Carrillo C. y Díaz R., Actividad antimicrobiana de extractos hidroalcohólicos de hojas de dos variedades de *Mangifera indica* L. Investigación realizada por la Universidad de Guayaquil-Ecuador. **2020.**

Presentó entre sus objetivos evaluar la actividad antimicrobiana de extractos hidroalcohólicos de las hojas de *Mangifera indica* L., variedad Tommy Atkins y variedad Edward, frente a *Escherichia coli* ATCC 25922. Metodología: Las hojas de la variedad Tommy Atkins fueron secadas, trituradas y sometidas a maceración con solución hidroalcohólica e 90° por siete días, las de la variedad Edward se realizó por extracción asistida por ultrasonido con disolución hidroalcohólica al 50% utilizando baño ultrasónico KENDAL (Ultrasonic cleaner) Modelo 928 de 60 W por 45 minutos; ambas posteriormente fueron concentradas ; la actividad antimicrobiana se evaluó mediante los métodos de difusión en agar con discos (Kirby Baue -KB) y en pozos (Kirby Bauer modificado- KBM), para lo cual se preparó el extracto a cinco concentraciones. Los resultados mostraron la formación de halos de 7.67, 7.33, 7.00, 6.00 mm según el método de KB y 11.00, 8.33, 6.33, 6.00 y 6.00 mm según KBM para el extracto de la variedad Tommy Atkins y halos de 7.33, 7.33, 7.00, 6.67 y 6.00 mm para KB y 8,00, 8.00, 7.33, 6.67 y 6.00 mm para KBM, a las concentraciones de 100, 75, 50, 25 y 10 %, respectivamente. Concluyendo que el extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica* L., variedad Tommy Atkins presentó mejor actividad frente a E. coli, mostrando mayores halos según el método de difusión en agar en pozos. (9)

Aparicio R., Velasco J., Paredes R. y Rojas L.
CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL ACEITE ESENCIAL DE *Mangifera indica* L. DE TRES REGIONES DE VENEZUELA. Investigación realizada por la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. **2019.**

Presentó entre sus objetivos determinar la composición química y evaluar la actividad antibacteriana del aceite esencial de *Mangifera indica* L. de tres regiones de Venezuela; frente a diversos microorganismos. Metodología: Las hojas de *M. indica* L. fueron recolectadas en los estados de Mérida (M), Barinas (B) y Portuguesa (P) y cortadas en pequeños trozos para ser sometidas a la técnica de la hidrodestilación, acoplada a la trampa de Clevenger y obtener el aceite esencial; la identificación de los componentes fue a través de Cromatografía de Gases y la actividad antibacteriana por el método de difusión en agar con discos de papel y concentración mínima inhibitoria (CMI). Resultados: Se identificaron 30 compuestos en la muestra recolectada en M, 24 en B y 14 en P, siendo los principales en M: β -selineno (22,56%), α -gurjuneno (14,66%) y β -cariofileno (10 40%); en B: β -cariofileno (36,32%), α -humuleno (22,71%) y a-gurjuneno (21,43%); y en P: β -cariofileno (36,07%), a-gurjuneno (22,55%) y c-humuleno (21,24%); Debido al rendimiento, solo se determinó la actividad antibacteriana en los AE de B y P, frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 23357 y *Pseudomonas aureginosa* ATCC 27853). Ambos AE inhibieron el desarrollo de únicamente las bacterias gram positivas *S. aureus* y *E. faecalis*, observándose halos de 10 y 9 mm además de una CMI de 200 μ L/mL y 300 μ L/ mL, respectivamente; no evidenciando actividad frente a las gram negativas *Escherichia coli* ATCC 25922, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 23357 y *Pseudomonas aureginosa* ATCC 27853. Conclusión: El aceite esencial de *Mangifera indica* L. presenta actividad antibacteriana frente a las bacterias gram positivas del estudio (10).

Krishnananda K. y Ramakrishna A. Comparación de la actividad antibacteriana de extractos de hojas de *Tectona grandis*, *Mangifera indica* y *Anacardium occidentale*. Investigación realizada por el Departamento de Farmacia de la escuela de Srinivas. India. **2017**.

Presento entre sus objetivos identificar los metabolitos presentes y determinar la actividad antibacteriana del extracto etanólico de las hojas de *Mangifera indica* sobre *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aureginosa* y *Escherichia coli*. Metodología: El extracto se preparó empleando un equipo Soxhlet con alcohol etílico, posteriormente fue concentrado en un evaporador rotatorio de vacío a 35-50 ° C; la identificación de los metabolitos se realizó a través de reacciones de coloración y precipitación y la actividad antibacteriana se determinó mediante difusión en disco en agar, para lo cual se preparó cuatro concentraciones del extracto. Los resultados mostraron la presencia de esteroides, glucósidos, saponinas, taninos, fenoles, terpenoides, flavonoides y alcaloides; así mismo se formaron halos de 6 -8mm, 8-12mm, 13-15mm, 17-20mm y 22-26mm , en el cultivo de *S. aureus*; 5-7mm, 10-12mm, 14-17mm, 19-19mm y 25-27mm en *P. aureginosa* y 5-8mm, 9-11mm, 11-14mm, 15-17mm y 23-25mm en *E. coli*, frente a las concentraciones de 25, 50, 75 y 100 ug/ml del extracto y para el control positivo de gentamicina (10ug/ml), respectivamente. Concluyendo que *Mangifera indica* presenta actividad sobre los microorganismos estudiados, y esta podría deberse a sus diversos metabolitos, por lo que podría ser considerada como una fuente potencial de compuestos bioactivos en el tratamiento de diferentes patologías de origen bacteriano (11)

Reyes D. y Cols. Efecto antimicrobiano del extracto foliar de mango (*Mangifera indica* L. cv. Bocado) en microorganismos de interés clínico. Estudio realizado por la Universidad de Carabobo. Venezuela. **2017**

Presento entre sus objetivos evaluar la actividad antimicrobiana del extracto etanólico foliar de *Mangifera indica*, frente a *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus*. Metodología: Las hojas maduras de *Mangifera indica* cv. Bocado fueron secadas en estufa a 70°C por 4 días, para luego ser pulverizadas y maceradas en etanol 70° en agitación continua por 24 horas; para finalmente se concentradas hasta obtener una solución madre al 100%, a partir de la cual se prepararon diluciones a concentraciones de 5 a 80%; la actividad se evaluó a través de la concentración mínima inhibitoria (CMI) y concentración mínima bactericida (CMB) a las 24 horas. Evidenciándose CMI al 15, 25 y 45% y la CMB al 20, 30 y 50%, para *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa* respectivamente. Concluyendo que el extracto de *Mangifera indica* presenta actividad inhibitoria frente a los microorganismos testados (12).

Triana E. Selección del método de extracción en base al rendimiento y los resultados del tamizaje fitoquímico en extractos de las hojas de *Mangifera Indica* L. Investigación presentada para obtener el grado de Químico y Farmacéutico, en la Universidad de Guayaquil. Ecuador. **2016**

Presento entre sus objetivos, determinar la composición química de las hojas de *Mangifera Indica* L. Metodología: La preparación del extracto se realizó por maceración empleo el método de maceración por siete días; el comportamiento del tamizaje fitoquímico a través de ensayos de coloración y

precipitación. Los resultados indicaron la presencia principalmente esteroides, flavonoides, azúcares reductores, glucósidos cardiotónicos, antraquinona, taninos, saponina y esteroides. Concluyendo que *Mangifera Indica* L. es poseedor de una amplia variedad de metabolitos secundarios, muchos con propiedades farmacológicas. (13)

Mushore J y Matuvhunye T. Propiedades antibacterianas de *Mangifera indica* sobre *Staphylococcus aureus*. Investigación realizada por la Universidad de Educación Científica de Bindura. Zimbabwe. **2013**

Presento entre sus objetivos identificar los metabolitos presentes y determinar la actividad antibacteriana del extracto metanólico de la corteza de tallo de *Mangifera indica* sobre *Staphylococcus aureus*. Metodología: A 50g del material vegetal pulverizado, se le agregó 500 ml de metanol puro, y se dejó macerar por 48 horas, transcurrido el periodo, este fue filtrado y evaporizado; la identificación de los metabolitos se realizó a traves de reacciones de coloración y precipitación y la actividad antibacteriana se determinó mediante difusión en agar con discos. Los resultados mostraron la presencia de esteroides, glucósidos, saponinas, taninos, fenoles, terpenoides, flavonoides y antraquinonas; así mismo que se formó un halo de inhibición de 25 mm frente a *Staphylococcus aureus*, valor muy cercano al antibiótico control (ampicilina) que fue de 29 mm. Concluyendo que *Mangifera indica* presenta actividad sobre *Staphylococcus aureus*, y esta podría deberse a sus diversos metabolitos, por lo que podría ser considerada como una fuente potencial de compuestos bioactivos en el tratamiento de enfermedades infecciosas, además que se ha demostrado que los flavonoides exhiben sus acciones a través de efectos sobre la membrana permeabilidad y por inhibición

de la membrana enzimas unidas como la ATPasa y fosfolipasa (14).

Kaur J. y Col. Investigación preliminar sobre la actividad antibacteriana de la semilla de mango (*Mangifera indica* L: Anacardiaceae). Investigación realizada por el Departamento de Biotecnología de la Facultad de Ciencias Aplicadas de la Universidad AIMST. Malasia. **2010**

Presento entre sus objetivo identificar los metabolitos presentes y determinar la actividad antibacteriana del extracto metanólico de las semillas de *Mangifera indica* sobre *Escherichia coli* Metodología: El material vegetal pulverizado, fue sometido a maceración con metanol por un periodo de cuatro días, transcurrido el tiempo, este fue filtrado y concentrado; la identificación de los metabolitos se realizó a traves de reacciones de coloración y precipitación y la actividad antibacteriana se determinó mediante difusión en agar con discos. Los resultados mostraron la presencia de glucósidos, saponinas, taninos, fenoles, terpenoides, flavonoides y antroquinonas; así mismo que se formó un halo de inhibición de 17.70 a 18.60 mm frente a *Escherichia coli*, valor superior al antibiótico control (gentamicina) que fue de 15 mm. Concluyendo que *Mangifera indica* presenta actividad sobre *Escherichia coli*, y esta podría deberse a sus diversos metabolitos, por lo que podría ser considerada como una fuente potencial de compuestos bioactivos en el tratamiento de infecciones bacterianas(15).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Medicina tradicional

Según la OMS la medicina tradicional es la suma total de los conocimientos, capacidades y prácticas basados en las teorías, creencias y experiencias propias de diferentes culturas, bien sean explicables o no, utilizadas para mantener la salud y prevenir, diagnosticar, mejorar o tratar enfermedades físicas y mentales, donde uno de los recursos más empleados son los recursos vegetales medicinales, comúnmente denominadas plantas medicinales, y es la misma OMS que la define como cualquier especie que contiene sustancias que pueden ser empleadas para propósitos terapéuticos o cuyos principios activos pueden servir de precursores para la síntesis de nuevos fármacos (7).

Actualmente la medicina tradicional es un recurso fundamental para la salud humana. Las especies vegetales con propiedades farmacológicas son la base para el desarrollo de la medicina moderna, y en algunas zonas rurales e indígenas, son el único recurso del que disponen a falta de instituciones médicas y recursos monetarios para la adquisición de medicina moderna. (16)

2.2.1.1. Fitoterapia

Es la “Ciencia que estudia la utilización de los productos de origen vegetal, con fines terapéuticos, ya sea para prevenir, atenuar o curar un estado patológico”, pero se limita al empleo de productos vegetales por vía oral o tópica y de ninguna manera se autoriza el uso de éstos por vía parenteral, debiendo ser utilizado solamente en caso de afecciones leves a moderadas y en algunos casos de enfermedades crónicas (16,17). Sin embargo se consideraba que al obtener los principios activos aislados de las especies medicinales, se lograría un

incremento de su eficacia terapéutica, lamentablemente se registraron intoxicaciones, por lo que sus empleo, dosis y administración son puntos fundamentales en el estudio de estos productos, debido a que el principio activo contenido en el vegetal, mantiene un equilibrio, dado por sustancias complementarias que impiden su acumulación y por ello la generación de efectos adversos y que al contrario favorezcan su eficacia y seguridad de acción (17).

2.2.1.2. Fitofármaco

Son productos obtenidos por procesos tecnológicamente adecuados, empleando exclusivamente materias primas vegetales, con finalidad profiláctica, curativa, paliativa o para fines de diagnóstico. Se caracteriza por el conocimiento de la dosis, administración, eficacia y de los riesgos de su empleo, así como para la reproducibilidad y la constancia de su calidad. (16, 18)

La elaboración y producción de los fitofármacos es una actividad que involucra y debe comprometer en forma conjunta, las diferentes instituciones gubernamentales, no gubernamentales, así como la comunidad en general, con el fin de oferta un sistema complementario de salud basado en productos de calidad, a costos accesibles que aprovechen nuestros recursos vegetales reduciendo la dependencia de insumos importados. (19)

2.2.2. *Mangifera indica* L. (Mango)

Mangifera indica L., conocido comúnmente como mango, es un árbol frutal nativo de la India, siendo uno de los productos de mayor exportación. Esta especie se cultiva en climas propicios para su producción como los tropicales y subtropicales y no solo es aprovechable su fruto, sino también su madera que se emplea extensamente para muebles, carpintería, construcción, entre otros. (13, 20,21)

2.2.2.1 Clasificación taxonómica

A continuación, se muestra la clasificación taxonómica de *Mangifera indica* L. (Mango).

Tabla N° 1
Clasificación taxonómica de *Mangifera indica* L.
(Mango)

	Reino	Plantae
Fuente:	Clase	Magnoliophyta
Barrient	Sub clase	Magnoliopsida
os B.	Orden	Sapindales
2017	Familia	Anacardiaceae
(21)	Género	<i>Mangifera</i>
2.2.2.2 D	Especie	<i>M. indica</i>
e		

Descripción botánica

El género *Mangifera* está formado por árboles de hojas simples, de flores pequeñas en panícula, con cáliz y

corola pentámeros y cinco estambres. *Mangifera indica*, comúnmente llamado mango, es un árbol de sombra densa, foliación perene y crecimiento medio. Su tronco es recto, cuyo diámetro puede llegar a 75 - 100 cm, alcanza alturas que van de los 10 a 30 m de altura (Figura No. 1). Su fruto es de una sola semilla (monospermo) con un mesocarpo carnoso y fibroso que rodea al endocarpo (semilla), los mangos poliembriónicos se utilizan como patrones. Posee un mesocarpo comestible de diferente grosor según los cultivares y las condiciones de cultivo Su peso varía desde 150 g hasta 2 Kg., su forma también es variable, pero generalmente es ovoide-oblonga, notoriamente aplanada, redondeada u obtusa a ambos extremos, de 4-25 cm de largo y 1.5-10 cm de grosor. El color puede estar entre verde, amarillo y diferentes tonalidades de rosa, rojo y violeta (Figura No. 2). La cáscara es gruesa, frecuentemente con lenticelas blancas prominentes; la carne es de color amarillo o anaranjado, y es jugosa. (22,23). Las hojas al principio tienen un color rojizo o púrpura, que del cual cambian a verde claro y luego a verde oscuro, aparecen al final de las ramillas, su distanciamiento es muy irregular y lo determinan los períodos de crecimiento; al iniciarse éstos, las hojas aparecen muy juntas, al final más espaciadas, los pecíolos hinchados en la base, tienen un canal en el lado superior y miden de 5 a 25 mm de largo. La lámina es por lo general oblonga o lanceolada, con la base y el ápice agudo rara vez elípticos, su tamaño varía de 5 a 35 cm de largo y de 2 a 10 cm de ancho; los bordes son por lo común ondulados, el nervio central y los 15 a 30 nervios laterales son muy prominentes, y el haz es duro y

brillante, de color verde oscuro, mientras que el envés es amarillo verdoso (21)



Figura N° 1: Árbol *Mangifera indica* L. (Mango)

Fuente: Sullon J. 2020 (22)



Figura N° 2: Fruto de *Mangifera indica* L. (Mango)

Fuente: Sullon J. 2020 (22)

2.2.2.3 Composición química

Las hojas contienen un aceite esencial en el que se han identificado los monoterpenos camfeno, car-3-eno,

limoneno, linalol, mirceno, ocimeno, alfa y beta-pineno, sabineno, terpineno, alfa-terpineol y alfa-tuyona; los sesquiterpenos aloaromandreno, beta-bulneseno, beta-cariofileno, alfa-cubeneno, beta y deltaelemeno, alfa-farneseno, humuleno, indiceno, mangífireno y alfa-guaieno; y los componentes fenílicos selimicina, estragol, y el éter metílico de eugenol. Otros componentes aislados de las hojas incluyen los flavonoides galato de epicatequina, camferol, rutín y quercetín; las xantonas euxantona, mangiferina y sus isómeros homo e iso-mangiferina; el galato de mangiferina y los triterpenos friedelín, lupeol, taraxerol y su cetona.

La pulpa del fruto se han aislado los monoterpenos ar-3-eno, para-cimeno, alfa y beta-felandreno, limoneno, alfa-pineno y gama-terpineno; las xantonas mangiferina y cis-ocimeno, el componente azufrado sulfuro de dimetilo y el compuesto fenólico ácido gálico.

La semilla Contiene los alcaloides cis y trans-zeatín y sus ribósidos y la almendra de la semilla contiene los triterpenos alfa y beta-amirenona, alfa-amirina, citrostadienol.

La corteza del tallo y de la raíz Se han detectado principalmente triterpenoides, alfa y beta-amirina, cicloartenol, ácidos mangiferólico y mangiferónico y el beta-sitosterol; sólo en la corteza del tallo varios derivados hidroxilados, deshidrogenados del cicloartenol y del ácido cicloartenónico, dammarendiol II y su cetona hopanatriol, los ésteres metílicos de los ácidos mangiferólico y mangiferónico, ocotilol II y epi-

taxarastenediol; y sólo en la corteza de la raíz el friedelín y su alcohol, y la xantona Mangiferína (24)

2.2.2.4 Usos

Tiene diversos usos, se consume fresco, también en jugos o néctares. Se puede utilizar como ingrediente en una gran variedad de postres, como mousse, cheesecakes, helados. Industrialmente se procesa la pulpa que se utiliza para la fabricación de mermeladas, encurtidos. Asimismo, el tronco de dicho árbol es utilizado en la carpintería, se utiliza para la fabricación de instrumentos como ukeleles, laminados y muebles baratos. Por otro lado, la madera contiene sustancias fenólicas que pueden producir dermatitis por contacto. (6, 24)

2.2.3 Extractos vegetales

Los extractos son preparados concentrados de consistencia sólida, líquida o intermedia, derivados generalmente de material vegetal desecado, se obtienen al evaporar parcial o totalmente el disolvente en los líquidos extractivos de origen vegetal. (13, 25)

2.2.3.1 Métodos de extracción

la extracción se define como una técnica para separar un componente de una mezcla en medio de un disolvente, para separar un producto de una mezcla de reacción o para aislarlo desde sus fuentes naturales (13).

Los métodos de extracción pueden ser de 2 tipos:

- Extracción líquido-líquido (L/L).

- Extracción sólido-líquido (S/L).

En el caso de la extracción de compuestos fitoquímicos, a partir de materiales vegetales, debido a la naturaleza de estos materiales el método más empleado es el de extracción sólido-líquido.

A.- Extracción Sólido- Líquido

Es una operación donde se separan uno o varios constituyentes solubles contenidos en un sólido inerte mediante la utilización de un disolvente adecuado. Las operaciones implicadas en el proceso de extracción S/L son:

- Cambio de fase del soluto. Esta etapa se considera prácticamente instantánea.
- Difusión del soluto a través del disolvente contenido en los poros del sólido inerte.
- Transferencia del soluto desde las inmediaciones de la interfase S/L hasta el seno de la masa principal de disolvente.

Para extraer los principios activos contenidos en los materiales vegetales se debe tomar en cuenta que existen diferentes métodos, los cuales necesitan de un líquido extractivo que va a depender del procedimiento técnico y de la naturaleza química del principio activo. Los métodos más empleados son los de percolación, maceración y destilación. En los últimos tiempos se están empleando otros métodos de extracción como el ultrasonido y microondas

a.1.- Maceración:

Se entiende al contacto prolongado durante cierto tiempo del material vegetal con el menstruo constituyendo un conjunto homogéneamente mezclado, en el cual el menstruo actúa simultáneamente sobre todas las proporciones del vegetal, circulando a través en todas las direcciones y sentidos y disolviendo sus principios activos hasta producirse una concentración en equilibrio con la del contenido celular (13).

Es uno de los métodos de extracción más simple, se realiza a temperaturas entre 15° y 20°. A la mezcla del conjunto vegetal más el solvente se lo protege de la luz, para evitar posibles reacciones y debe agitarse continuamente; el tiempo de maceración es diverso, las distintas Farmacopeas prescriben tiempos que oscilan entre cuatro y diez días (13).

2.2.4. Tamizaje fitoquímico

También llamado marcha o clivaje fitoquímico, es un proceso rápido y sencillo que consiste en una serie de pasos donde se observan reacciones como cambio de color, fluorescencia, reacciones donde se determinan los diferentes tipos de componentes farmacognósticos del recurso (13,26)

2.2.3.1 Compuestos químicos con valor farmacológico

- Taninos

Los taninos son poli fenoles y que tienen la habilidad de formar complejos con proteínas, polisacáridos, ácidos nucleicos, esteroides, alcaloides y saponinas. Se ha encontrado que pueden inhibir el crecimiento o la actividad de

los metanógenos y protozoarios del rumen por medio de mecanismos bactericidas o bacteriostáticos. También se puede afectar las bacterias celulolíticas y consecuentemente la fermentación de los carbohidratos a ácidos grasos de cadena corta, en especial la producción de acetato, de esta manera se reduce la formación de CO₂ y H₂ necesarios para la metanogénesis. (26)

- **Flavonoides**

Son los compuestos fenólicos más numerosos y se encuentran en todo el reino vegetal, están presentes en altas concentraciones en la epidermis de las hojas y cascaras de las frutas. Farmacológicamente, los flavonoides destacan por su baja toxicidad, presentando en general actividad sobre el sistema vascular con acción vitamínica P (efecto protector de la pared vascular, debido a la disminución de la permeabilidad y al aumento de la resistencia de los capilares). Asimismo, tienen efecto antioxidante, pueden inhibir la peroxidación lipídica, poseen efectos antimutagénicos y tienen la capacidad de inhibir diversas enzimas. (26, 27)

- **Alcaloides**

Los uno de los grupos más diversos de metabolitos secundarios encontrados en los organismos vivos. Una gran cantidad de esta sustancia han sido empleados en la medicina, y muchos de ellos aún son prominentes fármacos, existen alrededor de 12 mil de sustancias químicas como alcaloides, y se agrupan en varios grupos de constituyentes químicos. (28)

- **Saponinas**

Son compuestos bioactivos encontrados principalmente en especies vegetales y en algunos organismos marinos e

insectos estas sustancias disminuyen la metalogénesis indirectamente al reducir la población de protozoarios, los cuales están asociados a las bacterias metanógenas y cuya relación puede generar 9 – 37 % de las emisiones totales de metano. Las saponinas son una mezcla compleja de glucósidos triterpenicos que se derivan de siete agliconas, los cuales han sido considerados un grave factor antitnutricional debido a su actividad hemolítica, las numerosas actividades biológicas que incluyen efectos antiinflamatorios, anticancerígenos, antibacterianos, antifúngicos, y antivirales (16, 28, 29)

- **Antocianinas**

Son pigmentos hidrosolubles detectables en la región visibles por el ojo humano, estos pigmentos son responsables de la gama de colores que abarcan desde rojo hasta azul en varias frutas, vegetales, las antocianinas poseen diferentes funciones en la especie como son la atracción de polinizadores para la posterior dispersión de semillas y de protección de la planta contra los efectos de la radiación ultravioleta y contra la contaminación viral y microbiana, ejercen efectos terapéuticos conocidos que incluyen las reducciones de la enfermedad coronaria, efectos anticancerígenos, antitumorales, antiinflamatorias y antidiabéticas. (30)

- **Fenoles**

Los compuestos fenólicos son moléculas que tienen uno o más grupos hidroxilo unidos a un anillo aromático. Junto con las vitaminas se consideran importantes antioxidantes en la dieta, por ejemplo, se encuentran presentes en frutas, hortalizas, raíces y cereales estos compuestos juegan una

serie de funciones metabólicas, en el crecimiento y reproducción, y en la protección contra patógenos externos y el estrés, como la radiación UV y los depredadores, hay pruebas de que, además de sus propiedades antioxidantes, estos compuestos fenólicos tienen una actividad biológica importante, como los antibióticos, antiparasitarios y citotóxicos. La actividad antibacteriana y antifúngica de los polifenoles se basa en la capacidad que tienen para inhibir el crecimiento, reproducción, respiración, esta función se realiza mediante mecanismos como la oxidación de enzimas específicos, que van a inhibir la función de los microorganismos (31, 32)

Para la identificación de los diferentes metabolitos existen diversos ensayos, entre ellos los que a continuación se detallan en la tabla No. 2 (13)

TABLA N° 2:
Ensayos del tamizaje fitoquímico

ENSAYO	PRUEBA ESPECÍFICA	RESULTADO POSITIVO
Azúcares reductores	Reactivo Fehling	Precipitado rojo ladrillo
Alcaloides	Reactivo de Dragendorff /HCl	Precipitado de naranja a marrón
Esteroides	Reactivo de Liebermann-Burchard	Coloración; azul, verde, rojo, naranja

Triterpenos	Reactivo de Liebermann-Burchard (cloroformo/C ₄ H ₆ O ₃)	Coloración: Rosa, verde, rojo, púrpura o azul
Taninos	Reacción de gelatina (FeCl ₃)	Coloración: Azul oscuro a verde oscuro
Fenoles	Ensayo de Cloruro férrico	Coloración; De azul oscuro a verde oscuro
Aminoácidos	Reactivo de Ninhidrina (C ₉ H ₆ O ₄)	Coloración; de violeta a azul
Flavonoides	Mg/HCl	Coloración: Naranja, carmelita o rojo intenso
Antocianinas	NaOH/H ₂ SO ₄	Coloración: De roja a anaranjado
Saponinas	Ensayo de la espuma	Formación de espuma

Fuente: Elaboración propia. Datos extraídos de: Triana E. 2016 (13)

2.2.5. Bacterias

Son organismos procariotas, unicelulares, cuyo tamaño oscila entre los 0.5 y 3 µm, pudiendo llegar en algunos tipos a 10 µm. Pueden tener la forma de cocos, bacilos o espirilos. Su citoplasma es un gel que contiene enzimas que intervienen en los procesos metabólicos y están asociadas a la membrana celular. Presenta ADN circular de doble hebra libre en el citoplasma que constituye su único cromosoma, aunque también puede presentar ADN extra

cromosómico, llamado plásmidos, los cuales están asociados a los factores de virulencia, además sus ribosomas de tipo 70S, En algunos grupos bacterianos se puede presentar estructuras como, los flagelos cuya función es brindarle motilidad; capsula que es un revestimiento viscoso y en otras se presenta una estructura filamentosa llamada pili, que son apéndices filiformes que se encuentran en las gram negativas e interviene en procesos de conjugación entre bacterias (33, 34).

La mayoría de las bacterias, poseen una pared celular, la cual es una estructura compleja, responsable de su morfología y recubre la membrana celular, protegiéndola de los cambios adversos del medio ambiente. La composición y estructura de la pared depende de la especie bacteriana, y se y es la principal característica para diferenciarlas mediante el uso de la tinción gram, que permite clasificarlas en: Gram positivas y Gram negativas (Figura N°. 3) (33, 35)

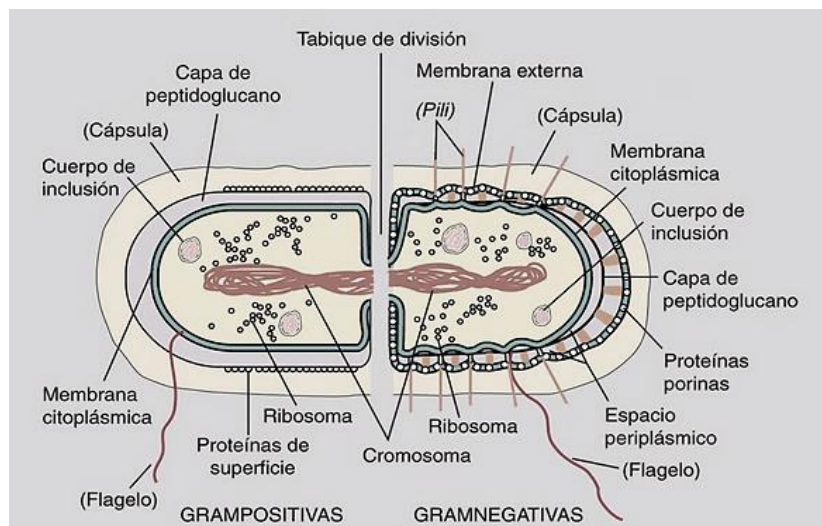


Figura N° 3: Diferencias en la estructura de la pared celular entre Bacterias Gram positivas y Gram negativas

Fuente: Pérez M y M. Mota M. 2008 (33)

En las bacterias Gram positivas, la pared celular es de 15-50 nm de grosor, su estructura relativamente simple, y está formada de aproximadamente 50% de peptidoglucano, 40-45% de un polímero ácido que hace que la superficie celular sea muy polar y tenga carga negativa y de un 5-10% de proteínas y polisacáridos. En las bacterias Gram negativas, la pared es mucho más compleja y delgada desde el punto de vista estructural, inmediatamente por fuera de la membrana citoplasmática se presenta un espacio periplasmático, donde existen enzimas (fosfatasa alcalina, proteasas, nucleosidasas) y proteínas transportadoras de importancia para el metabolismo bacteriano. Por fuera de la capa de peptidoglucanos se encuentra la membrana externa, donde uno de sus componentes, son los lipopolisacáridos (LPS), los cuales son los principales determinantes antigénicos de superficie (llamados somáticos o antígeno O) y son responsables de la actividad de endotoxina de este tipo de bacterias (35,36)

Dentro del grupo de bacterias gram negativas de interés médico, una de las familias bacterianas más importantes es la Enterobacteriaceae, que incluye múltiples géneros y dentro de sus especies *Shigella spp.*, *Salmonella*, *Yersinia pestis* se consideran patógenos, mientras que otras como *Escherichia coli*, *Klebsiella spp.*, *Citrobacter spp.*, *Enterobacter spp.*, entre otras que forman parte de la microbiota normal, pero pueden comportarse como patógenos oportunistas, las cuales aparte de ser causante de ETAs, puede causar infecciones graves del tracto urinario, el torrente sanguíneo y las heridas, y entre otras enfermedades o patologías. Estas infecciones se están volviendo difíciles de tratar porque algunas bacterias se han

vuelto resistentes a la mayoría de los antibióticos disponibles.
(37)

2.2.5.1. *Escherichia coli*

Es un bacilo que reacciona negativamente a la tinción de Gram (gramnegativo), es anaerobio facultativo, móvil por flagelos peritricos (que rodean su cuerpo), no forma esporas, es capaz de fermentar la glucosa y la lactosa (38).

Estas bacterias se multiplican a temperaturas entre 6 y 50° C, con una temperatura óptima alrededor de 37° C. También, pueden crecer en presencia de un 6% de NaCl, ya que son más resistentes a estos compuestos que otras bacterias, como la Salmonella. Para controlar el crecimiento hay que mantener los alimentos refrigerados y durante la congelación se inactiva. Son termorresistentes, pero se pueden eliminar con un tratamiento térmico a 65° C. (38, 39)

2.2.5.1.1. Taxonomía

Tabla N°3:

Clasificación taxonómica de la bacteria

Escherichia coli

Reino	Bacteria
Phylum	Proteobacteria
Clase	Gammaproteobacteria
Orden	Enterobacteriales

Familia	Enterobacteriaceae
Género	<i>Escherichia</i>
Especie	<i>Escherichia coli</i>

Fuente: Gómez-Duarte O. 2014 (39)

2.2.5.1.2. Patogenicidad

Presente en el intestino del ser humano y animales, siendo, la gran mayoría, inocuas en ellos. Sin embargo, hay algunas cepas de *E. coli* productoras de toxinas, llamadas verotoxinas o toxinas de tipo shiga que pueden causar cuadros gastrointestinales graves en el ser humano. (39,40)

En la infección intestinal por *Escherichia coli* enteropatógena (ECEP) se producen cambios en la actividad fisiológica normal del enterocito debido al aumento de la secreción de electrolitos por parte de las células hacia el espacio extracelular, al aumento de la permeabilidad de las uniones intra e intercelulares y al cambio estructural, en la forma, de la región apical del enterocito. Éste pierde su capacidad absortiva y los solutos se acumulan en el lumen intestinal, lo que conduce a diarrea acuosa. (41)

En la actualidad, se distinguen seis serotipos de *E. coli* que pueden producir gastroenteritis: (42)

E. coli enterotoxigénica (ECET)

E. coli enteropatógena (ECEP)

E. coli enteroinvasiva (ECEI)

E. coli enterohemorrágica (ECEH), también conocida como verotoxigénica (ECVT)

E. coli enteroagregativa (ECEA)

E. coli adherencia difusa (ECAD)

- ***Escherichia coli* enterotoxigenica**

Las ETEC colonizan la mucosa del intestino delgado por medio de pilis o fimbrias que tienen diversas formas denominadas CFA (colonization factor antigens), siendo su principal mecanismo de patogenicidad la síntesis de alguna o ambas enterotoxinas llamadas toxina termolábil y toxina termoestable. Sus genes están en un plásmido que también puede tener información genética para los CFAs, aunque algunos genes de TS se han encontrado en transposones. (41,42)

- ***Escherichia coli* enteropatogénica**

Fue el primer grupo que se identificó serológicamente y se asoció con casos de diarrea en infantes, siendo la adherencia principal su principal factor de patogenicidad. El proceso de adherencia íntima entre la bacteria y la membrana de las células del epitelio intestinal, seguida de la destrucción de la microvellosidad, con polimerización de actina, que lleva a la alteración del citoesqueleto en el sitio de la unión de la bacteria, debido al aumento de los niveles de calcio intracelular y de proteína cinasa C, ha sido

denominado adherencia y esfacelamiento (A/ E).
la adherencia esta medida por fimbrias o pilis. (41)

- ***Escherichia coli* enterohemorrágica.**

La EHEC con brotes caracterizados por dolor abdominal, diarrea acuosa con sangre y poco o nada de fiebre, cuadro al que se le llamó colitis hemorrágica y que era debido a la ingestión de carne cruda o mal cocida, se caracteriza por daño renal agudo, trombocitopenia y anemia hemolítica microangiopática, precedida por diarrea con sangre, con la presencia en heces de E. coli productora de una citotoxina con actividad en células Vero, por lo que se le llama verotoxina (VT), La capacidad toxigénica de las cepas es necesaria para que el paciente desarrolle colitis hemorrágica y diarrea con sangre, ya que la citotoxina STX es el principal mecanismo de patogenicidad de EHEC y su síntesis está relacionada con la presencia del bacteriófago STX, que está insertado en el genoma. La STX actúa a nivel de síntesis de proteínas ya que se une a la subunidad 60S de los ribosomas de las células intestinales o renales del hospedero. (41)

- ***Escherichia coli* enteroinvasora.** Los síntomas característicos en personas infectadas por ECEI son diarrea acuosa, con sangre, moco y dolor abdominal, pero en algunos casos sólo se presenta diarrea, lo cual la hace indiferenciable de la producida por ECET. Es muy frecuente en el íleon; sin embargo, el proceso inflamatorio puede

ocurrir en todo el tracto gastrointestinal. *Escherichia coli* adherente invasora se aísla con más frecuencia en la mucosa intestinal de pacientes con EC que en sanos. Dentro de las principales características de la patogenicidad están la adhesión epitelial, la invasión, la supervivencia dentro de los macrófagos y la formación de biopelículas. (39, 41)

- ***Escherichia coli* adherente difusa.** Estas cepas se han asociado más a procesos diarreicos de tipo agudo y persistente en niños que en adultos. Los adultos, al igual que los niños, pueden ser portadores asintomáticos. Se conoce poco de los mecanismos de patogenicidad de ECAD a pesar de su amplio estudio. Dentro de las principales características observadas en la patogénesis de ECAD están las siguientes: Unión mediante adhesinas a la mucosa intestinal, formación de microcolonias típicas en forma de ladrillos apilados, la producción de citotoxinas y enterotoxinas y finalmente, el desarrollo de una inflamación grave de la mucosa. (39)

El grupo DAEC se puede aislar tanto de personas sanas como en personas con diarrea, siendo más importante en niños de 4 a 5 años. Los principales síntomas que se presentan son diarrea acuosa sin sangre y sin leucocitos. En el cuadro III se indican los métodos de diagnóstico. La hibridación con sondas derivadas de un fragmento del gene *daaC*, que codifica para la fimbria F-1845, también se ha empleado para el diagnóstico, pero

puede presentar falsos positivos, y el diagnóstico empleando PCR aún no se ha desarrollado (41)

2.2.5.1.3. Mecanismo de resistencia antibiótica

La resistencia antibiótica es un problema emergente a nivel mundial presente en diversas bacterias, en especial en la *Escherichia coli*, que tiene altos porcentajes de resistencia hacia ampicilina, trimetoprim - sulfametoxazol, tetraciclina, cloramfenicol y ácido nalidíxico, lo que supone grandes complicaciones en el tratamiento antibiótico cuando este es requerido. Este aumento de resistencia antibiótica se debe a la adquisición de diferentes mecanismos moleculares de resistencia mediante mutaciones puntuales a nivel cromosómico o transferencia horizontal de material genético entre especies relacionadas o diferentes, facilitada por algunos elementos genéticos tales como los integrones. Los efectos de los mecanismos moleculares de resistencia más comunes en *E.coli*: inactivación enzimática, alteraciones en el sitio blanco y alteraciones de la permeabilidad.(42). De este modo podemos referirnos a mecanismos de resistencia individuales, resistencia poblacional en microorganismos que están produciendo una infección. (43)

- **Resistencia individual:** Se refiere a la interacción molecular entre una célula bacteriana con todo su arsenal genético y metabólico, y un antibiótico determinado.

- **Resistencia poblacional:** Representa el comportamiento in vitro de un inóculo bacteriano preestablecido (una población bacteriana) enfrentado a determinada concentración de un antibiótico, por un período de tiempo determinado. Estos son los tipos de estudios que en general se realizan en el laboratorio clínico.

La resistencia antibiótica puede ser natural (intrínseca) o adquirida propia de cada familia, especie o grupo bacteriano. Por ejemplo, todos los gérmenes gramnegativos son resistentes a la vancomicina, y esta situación no es variable. La resistencia adquirida es variable y es adquirida por una cepa de una especie bacteriana así, existen cepas de neumococo que han adquirido resistencia a la penicilina, cepas de *Escherichia coli* resistentes a la ampicilina, cepas de estafilococos resistentes a la meticilina. (43)

- **Genética de la resistencia:** Las bacterias son capaces de adquirir resistencia en función de su variabilidad genética. Nuevos mecanismos de resistencia pueden ser adquiridos mediante mutación o mediante transferencia de material genético entre células bacterianas de especies relacionadas o diferentes. Estos genes de resistencia pueden estar codificados en el material genético cromosómico o extracromosómico (plásmidos). Tener presente estos elementos tiene implicancias

epidemiológicas e incluso en algunos casos terapéuticos (43)

2.2.6. Actividad antimicrobiana y susceptibilidad de las bacterias

Para evaluar la actividad antimicrobiana de los extractos o productos, así como determinar la susceptibilidad de los microorganismos ante un compuesto o producto capaz de inhibir su crecimiento, se realiza distintos ensayos *in vitro*, si bien es cierto no todos estos son pero estos no son igualmente sensibles o poseen el mismo fundamento; los resultados son influenciados no solo por el método seleccionado, sino también por otros factores como el tiempo de contacto, concentración, temperatura, reacción de medio (pH), influencia de sustancias presentes, espectro antimicrobiano, estabilidad del desinfectante, entre otros (44);_por ello_Los ensayos de sensibilidad deben ser normalizados y sujetos a procesos de control que aseguren su reproducibilidad (45, 46).

La mayoría de los compuestos con actividad antimicrobiana encontrados en especies vegetales, son compuestos fenólicos, terpenos, flavonoides y aldehídos, que agreden diversos sitios dentro de las células bacterianas y dependiendo de las concentraciones utilizadas pueden causar la inhibición o inactivación de los gérmenes (44- 46), ya sea a través de la inhibición de la síntesis de la pared celular, alteración en la función de la membrana celular, inhibición de la síntesis o función del ácido nucleico e inhibición de la síntesis de proteínas (47, 48) por ello los microorganismos cuando evaden el accionar de los antibióticos, es porque han desarrollado mecanismos, entre los más caracterizados y prevalentes en bacterias Gram positivas y negativas, son los que corresponden a sistemas

enzimáticos que degradan la pared celular o de modifican los sitios blanco en el citoplasma o DNA.(49).

Los métodos para evaluar la actividad antibacteriana están clasificados, en tres grupos principales: Métodos de difusión, métodos de dilución Y bioautografía; Aunque existe un cuarto método que es el análisis conductimetrico, el cual detecta el crecimiento microbiano como un cambio en la conductividad eléctrica o impedancia del medio de cultivo. (13, 50, 51).

Entre los métodos mayormente empleados tenemos:

Métodos de difusión en agar: Esta técnica es la recomendada por la Food and Drug Administration (FDA) y el National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS) y se basa en la inhibición del crecimiento de la bacteria por parte de la difusión del antimicrobiano el cual está impregnado en discos de papel filtro o depositado en hoyos o excavaciones hechas en el agar.

El diámetro del halo depende principalmente de la sensibilidad o resistencia del microorganismo a probar, la solubilidad del antimicrobiano, de la tasa de difusión del agar, medio de cultivo, su espesor, el tiempo de incubación, concentración de bacterias inoculadas entre otros son factores que también influyen en el ensayo, por eso es importante mantenerlos controlados (13, 50, 51).

Si se presentan zonas o halos de inhibición del crecimiento microbiano alrededor de los discos (Figura N°. 4), estos deben ser medidos y comparados con los valores de sensibilidad referenciales sugeridos (52), por la escala de sensibilidad de

Duraffourd et al., que determina Sensibilidad nula (-) si los halos son ≤ 8 mm, sensibilidad limite (+) de 9-14 mm, sensibilidad media (++) de 15-19 mm y sumamente sensible (+++) ≥ 20 mm (53)

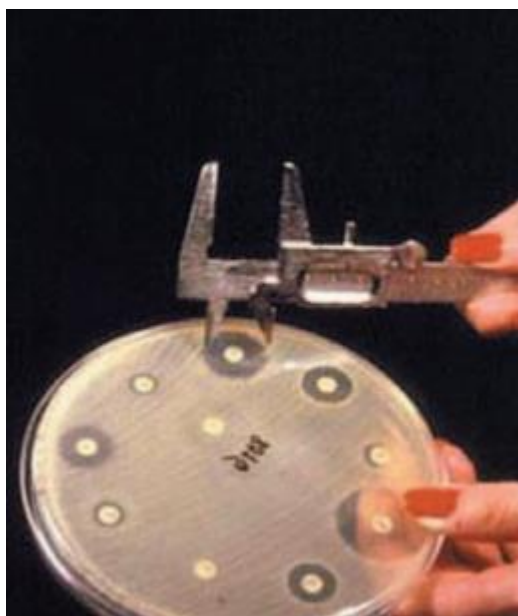


Figura N°4: Halos de inhibición

Fuente: Paho.Org. 2005 (50)

2.2.7. Aspectos éticos

Los estudios de actividad antimicrobiana al ser de tipo experimental implica la manipulación de un agente biológico, que puede representar un riesgo patógeno para el hombre, los animales y el medio ambiente, por lo cual deben adaptarse a las normas y metodologías sobre la manipulación, transporte, utilización, descontaminación y eliminación de desechos de material y desechos contaminados, establecidos por la OMS en su manual de bioseguridad en el laboratorio, del personal y comunidad en general .(54).

2.3. Definición de términos básicos

- **Adherencia:** Capacidad que tiene cada microorganismo para producir una enfermedad consideradas patógenas
- **Antimicrobiano:** Impide la formación de la formación o desarrollo de los microbios.
- **Cepa:** Conjunto de bacterias con igualdad de términos de sus características biológicas, bacterias de la misma especie
- **Colonia:** Agrupación de bacterias originadas a partir de una bacteria que se establecen y extienden por determinado medio
- **Dilución:** es rebajar la concentración del soluto por unidad de volumen de disolución.
- **Extracto alcohólico:** Solución obtenida por extracción de una materia prima vegetal utilizando el alcohol de un grado puro como disolvente para solubilizar los componentes presentes en la muestra estudiada.
- **Halo de inhibición:** Zona alrededor de un pocillo embebido de una sustancia en el que no se produce crecimiento bacteriano en una placa de agar inoculada con microorganismos.
- **Infeción:** término clínico que indica la contaminación, con respuesta inmunológica y daño estructural de una persona causada por un microorganismo patógeno.
- **Inhibición bacteriana o CMI:** Capacidad del antimicrobiano de inhibir el crecimiento bacteriano

- **Metabolito secundarios:** Es un compuesto químico producido por el organismo vegetal sin funciones primarios (crecimiento vegetal, reproducción).
- **Patogenia:** Habilidad de un microorganismo para producir enfermedad en un huésped, se relaciona con la virulencia del organismo.
- **Patogenicidad.-** Capacidad de un agente infeccioso de producir enfermedad en un huésped susceptible
- **Principio activo:** Sustancia que presenta acción farmacológica sobre determinadas dolencias o enfermedades mitigando sus efectos o resolviendo su curación.
- **Resistente.** Cuando no existe inhibición de la bacteria por el antibiótico, hay crecimiento hasta los bordes del disco o menor al parámetro o control
- **Sensible o susceptible.** Cuando existe completa inhibición de la bacteria por el antibiótico.

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Formulación de hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

EL extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica L.* (Mango) presenta actividad antimicrobiana del frente *Escherichia coli* ATCC 25922.

3.1.2. Hipótesis específicas

- A partir de que concentración de 0.2mg/ml, el extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica L.* (Mango) presenta actividad antimicrobiana frente *Escherichia coli* ATCC 25922.
- El perfil de susceptibilidad de *Escherichia coli* ATCC 25922 frente al extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica L.* (Mango), es de sensible.
- Los principales metabolitos presentes en el extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica L.* (Mango) son compuestos flavonoides.

3.2. Identificación de variables

3.2.1. Variable independiente: Extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica L.* (Mango)

3.2.2. Variable dependiente: Actividad antimicrobiana

3.3. Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
Extracto Hidroalcohólico de las hojas de <i>Mangifera indica</i> L. (Mango)	Es una solución obtenida por extracción de una parte de una materia prima, a menudo usando un solvente como etanol o agua.	Concentración del Extracto hidroalcohólico	1.0 0.5 0.2	mg/ml
VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
Actividad antimicrobiana	Capacidad de eliminar o reducir la proliferación de bacterias.	Halo de inhibición del crecimiento bacteriano	Diámetro del Halo de inhibición (mm)	≤ 8mm: Nula 9 - 14mm: sensibilidad limite 15 – 19: Sensibilidad media ≥ 20mm : Sumamente sensible

Fuente: Elaboración propia 2021

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Tipo y nivel de investigación

4.1.1. Tipo de investigación

- **Analítico:** Busco establecer la relación que existe entre las variables de estudio.
- **Prospectivo:** La recolección de los datos correspondientes a los hechos fue después de iniciada la investigación.
- **Longitudinal:** La variable independiente fue medida en diferentes momentos.

4.1.2. Nivel de Investigación

Explicativo: Se basó en la explicación de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto.

4.2. Método y Diseño de la investigación

4.2.1. Método de la investigación

Deductivo: El presente estudio parte del conocimiento de que los extractos etanólicos de diversos recursos vegetales tienen actividad antibacteriana, por lo tanto, se deduce que el extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica* L. (Mango) presenta dicha actividad.

4.2.2. Diseño de la investigación

Experimental: Porque se pretendió manipular la variable independiente, bajo condiciones controladas y se utiliza instrumentos tecnológicos para obtener resultados exactos siguiendo todo un proceso del método científico.

4.3. Población y muestra de la investigación

4.3.1. Población

Todas las hojas sanas, largas, maduras, en un buen estado de *Mangifera indica* L. (Mango) recolectadas en el distrito de las piedras, provincia de Tambopata del departamento de Madre de Dios.

4.3.2. Muestra

Extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica* L. (Mango)

4.4. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

4.4.1. Técnicas

- **Maceración:** Técnica utilizada para la obtención del extracto hidroalcohólico de *Mangifera indica* L. (Mango) ya que permite obtener los componentes químicos sin que estos sean alterados.

- **Tamizaje fitoquímico:** Método utilizado para determinar cualitativamente los principales componentes de diversos extractos.
- **Método de difusión agar Kirby-Bauer:** Método utilizado para determinar la actividad antimicrobiana de extractos frente a diversas bacterias, al ser una técnica estandarizada permite obtener resultados confiables.

4.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Se utilizó una ficha de recolección de datos para la actividad antimicrobiana del extracto alcohólico de las hojas de las hojas de *Mangifera indica* L. (Mango). (Anexo 2 y 3)

4.4.3. Procedimientos

4.4.3.1 Técnicas de recolección de la muestra

Se recolecto 1 Kg de hojas sanas verdes y frescas del distrito de las piedras, provincia de Tambopata del departamento de Madre de Dios, en un recipiente de acero inoxidable se seleccionaron las hojas verdes oscuras libre de algún defecto producido por algún insecto o el mismo envejecimiento de la planta, estas, se lavaron para eliminar pequeñas partículas de polvo o telarañas.

Cabe mencionar que previamente se realizó la identificación taxonómica del recurso vegetal por parate del Especialista en ID Taxonómica de Flora Silvestre

Dr. Hugo Dueñas Linares con RD N° 054-2017-SERFOR/DGGSPFFS-DGSPF y Código Licencia LC-EC-2017-009.

4.4.3.2 Desecación de las hojas

El proceso se realizó en una fuente de metal inoxidable a temperatura ambiente en sombra sin contacto con los rayos solares esto con el fin de que las hojas puedan secar con el color original (verde) a una temperatura de 15°C a 18°C.

4.4.3.3 Preparación del extracto hidroalcohólico

Se realizó en el laboratorio de Química Farmacéutica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, bajo la supervisión del Mg. Q.F. Juan Roberto Pérez León Camborda (Anexo N°. 5).

Las hojas seleccionadas fueron lavadas con abundante agua, luego se colocaron en una fuente de acero inoxidable y se llevaron a una estufa a 37°, por un periodo de 48 horas para su secado. Luego fueron trituradas con ayuda de un molino y se tamizó con el objetivo de obtener un tamaño homogéneo de las partículas; el producto se colocó en un frasco de vidrio ámbar para ser almacenado en un lugar fresco y oscuro.

Al producto triturado y tamizado de *Mangifera indica* L. (Mango) se le agregó etanol al 70% y se dejó macerar por 15 días, en un ambiente fresco y oscuro, luego el

producto macerado fue filtrado, una porción de este producto fue llevado a estufa a 40°C, hasta llegar a secado total. El residuo obtenido fue resuspendido en agua destilada estéril y a partir de este, se preparó con el mismo diluyente las concentraciones de 1mg/ml, 0.5mg/ml y 0.2 mg/ml., las que fueron trabajadas para evaluar la actividad antibacteriana.

4.4.3.3. Perfil fitoquímico del extracto alcohólico

La marcha fitoquímica fue realizado bajo la supervisión del Mg. Q.F. Juan Roberto Pérez León Camborda identificado con COFP: 00431 (Anexo N°. 5).

Para la determinación de los metabolitos secundarios en el extracto alcohólico de *Mangifera indica* L. (Mango) se aplicarán varios reactivos según corresponda a cada prueba para identificar antocianinas, alcaloides, flavonoides, esteroides, saponinas, taninos, y fenoles (37):

A) Antocianinas

Para su determinación utilizaremos NaOH al 10%, en un tubo de ensayo se colocamos 1 ml de muestra de *Mangifera indica* L. (Mango). Luego adicionaremos unas gotas de reactivo. El cambio de color indicara la presencia o ausencia de metabolito antocianina.

B) Alcaloides

Mediante la reacción de Dragendorff, en un tubo de ensayo colocamos 1 ml de la muestra *Mangifera indica* L. (Mango), luego adicionaremos una gota de reactivo, si forma un precipitado indicara que la reacción es positiva y si no hay precipitado la reacción indicara la ausencia de alcaloides.

C) Flavonoides

Mediante reacción de shinoda, en un tubo de ensayo colocamos 1 ml de muestra de *Mangifera indica* L. (Mango), luego añadiremos una pequeña limadura de magnesio y 3 gotas de ácido clorhídrico concentrado (37%). La presencia de burbujas y el cambio de color indica la reacción positiva en caso de que no haya la reacción es negativa.

D) Esteroles

Mediante reacción de Libermann- Burchard, en un tubo de ensayo de colocamos 1 ml de muestra de hojas de *Mangifera indica* L. (Mango), luego adicionaremos 3 gotas de anhídrido acético y 2 gotas de ácido sulfúrico concentrado. El cambio de color indicará la reacción positiva en caso de la ausencia de color será negativo.

E) Saponinas

Mediante la prueba de la espuma, en un tubo de ensayo colocamos 1 ml de la muestra de *Mangifera indica* L. (Mango), luego agitaremos 1 minuto. Si la espuma se mantiene por más de un minuto habrá presencia de saponinas.

F) Taninos.

Mediante reacción con gelatina y cloruro de sodio, en un tubo de ensayo colocamos 1 ml de muestra de *Mangifera indica* L. (Mango), Luego agregaremos gotas de cloruro de férrico. Si hay un precipitado indicara que es positivo en caso que no haya precipitado la reacción es negativa.

G) Fenoles

Mediante reacción con cloruro de hierro, en un tubo de ensayo colocamos 1 ml de muestra de *Mangifera indica* L. (Mango), luego adicionaremos 3 gotas de cloruro de hierro al 5% en ácido clorhídrico 0.5N. El cambio de color indicara que la reacción es positiva, en caso que no haya cambio de coloración la reacción es negativa.

4.4.3.4. Método de difusión en agar con discos o Kirby Bauer

Se realizó en las instalaciones de los laboratorios de LAASA LAB. (Anexo N° 6) a través el método de difusión en agar con disco o Kirby Bauer; para lo cual se trabajó con el extracto hidroalcohólico de *Mangifera indica* L. (Mango), a tres concentraciones frente a cepas estándar ATCC (American Type Culture Collection) de *Escherichia coli* ATCC25922 (Anexo N° 07)

Antes de iniciar la parte experimental de la evaluación de la actividad antimicrobiana se preparo agar Müller Hinton siguiendo las recomendaciones del fabricante,

para luego ser autoclavado a 121°C con 15 libras de presión, durante 15 minutos; una vez enfriado se sirvió en placas de petri estériles (aproximadamente 20 ml de agar en cada una), y se conservó en refrigeración de 5°C.

La cepa bacteriana (liofilizada) fue rehidratada siguiendo igualmente las recomendaciones del fabricante, para luego ser sembradas en agar Mueller Hinton e incubadas a 37°C por un periodo de 24 - 48 horas, para el crecimiento de la bacteria y la formación de colonias bacterianas. Una vez obtenidas las colonias, se realizó una tinción gram, para observar la morfología de las bacterias gram negativa y descartar de una contaminación con gram positivos.

Con ayuda de un asa de kohle se tomó de aproximadamente 5 colonias bacterianas y se transfirieron a un tubo de ensayo que contenía 5 ml de agua destilada estéril y se homogenizaron suavemente y este fue llevado por aproximadamente 2-3 horas a incubación, hasta alcanzar una turbidez de 0.5 de la escala de Mc Farland (equivalente a 1×10^8 UFC/ml) (34).

Una vez alcanzada la turbidez esperada de la cepa bacteriana, en un lapso no mayor a 15 minutos, un hisopo estéril fue sumergido en la suspensión bacteriana, hasta que quedó embebido, el cual luego fue presionado sobre la pared interior del tubo para remover el exceso del inóculo y se procedió a realizar la siembra por agotamiento en toda la superficie de una

placa de petri que contiene Agar Mueller Hinton. Se llevo a estufa por 5 minutos, para permitir que un exceso de humedad de la superficie se absorba antes de aplicar los disco e impregnarlos con la muestra (extracto) a evaluar.

La evaluar la sensibilidad o resistencia bacteriana se utilizó discos estériles de papel Whatman de 6 mm empapados con 20ul de cada concentración del extracto alcohólico de *Mangifera indica* L. (Mango), los que fueron colocados en la superficie del agar sembrado con la suspensión con la bacteria y que con la ayuda de una pinza estéril se presionaron suavemente para asegurar que el disco se adhiera. Finalmente fueron llevadas a incubación por 24 horas a 35° C a 36°C en posición invertida, para su posterior observación y medición de halos.

El ensayo se realizó por triplicado, cada ensayo utilizo 6 placas y en cada placa se colocaron 05 discos de la misma concentración del extracto.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Resultados de investigación

Tabla No. 4

Identificación de los metabolitos secundarios en el extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica* L. (Mango)

METABOLITO	ENSAYO	RESULTADO
OH Fenólicos	Cloruro férrico	+++
Taninos	Gelatina	++
Flavonoides	Shinoda	+++
Antocianinas	Rosenhelm	-
Esteroides / triterpenos	Lieberman-Burchard	+
Alcaloides	Dragendorff	-
Saponinas	Espuma	-

Fuente: Elaboración propia

Leyenda: (+++) Abundante, (++) Moderado (+) Leve, (-) No detectado

En la Tabla N° 4, El tamizaje fitoquímico preliminar fue realizado al extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica* L. (Mango), se determinó mediante pruebas cualitativas de coloración y precipitación, evidenciándose la presencia mayoritaria compuestos fenólicos, como taninos y flavonoides, metabolitos atribuidos con propiedades antimicrobianas.

Tabla No. 5

Actividad antimicrobiana del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica* L. (Mango) y perfil de susceptibilidad de *Escherichia coli* ATCC 25922

<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922					
Concentración del extracto etanólico	Promedios parciales de los diámetros de los halos de inhibición (mm)			Inhibición / susceptibilidad	
	N°. de ensayo			Promedio Final	Espectro de susceptibilidad
	1	2	3		
	0.2 mg/ml	10.17	11.72	11.19	11.36
0.5 mg/ml	12.60	13.93	13.78	13.78	S+
1 mg/ml	17.54	18.42	19.14	18.39	S++

Fuente: Elaboración propia

Leyenda:

Espectro de sensibilidad:

N: nula, halos iguales o menores a 8 mm

S+: Sensibilidad límite entre 9 a 14 mm

S++: Sensibilidad media, halos entre 15 y 19 mm

S+++: Sumamente sensible: halos de 20 mm a más

En la Tabla N° 5 se evidencia que el extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica* L. (Mango) a las concentraciones de 0.2 0.5 mg/ml y 1 mg/ml, forma halos inhibitorios, con un valor promedio de 11.39mm; 13.78mm y 18.39mm, respectivamente frente a *Escherichia coli* ATCC 25922; valores que al ser comparados con la escala de referencia de Durafford que determina de forma general, el espectro de sensibilidad o susceptibilidad de las bacterias, indica que es sensible y que esta acrecienta conforme incrementa la concentración del extracto.

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

6.1 Discusión de investigación

El surgimiento de bacterias resistentes o multirresistentes a los fármacos convencionales, representa un grave problema de salud pública a nivel mundial, el cual cada día se incrementa, por lo que es de vital importancia una vigilancia constante, escenario que desafía a toda la comunidad científica para la búsqueda de nuevas alternativas terapéuticas; la medicina tradicional basada en el uso de especies vegetales medicinales representan para muchas comunidades una alternativa para el tratamiento de enfermedades o infecciones causadas por estos microorganismos, por lo que su interés en estos recursos cada día es más fuerte.

Además con la finalidad de contribuir al conocimiento etnobotánico de los recursos vegetales medicinales, el presente estudio sobre la Actividad antimicrobiana del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica* L. (Mango) frente a *Escherichia coli* ATCC 25922, se realizó por ser una especie empleada utilizada desde tiempos ancestrales para aminorar o aliviar diversos problemas de la salud, sin embargo a pesar de que su fruto es muy conocido, no se cuenta con suficientes referencias de estudios que reporten que es poseedora de propiedades antimicrobiana.

Según los datos recolectados sobre la actividad antimicrobiana del hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica* L. (Mango) frente a

Escherichia coli ATCC a las concentraciones de 1 mg/ml, 0.5 mg/ml y 0.2 mg/ml, se reporta la formación de halos de inhibición de 18,39mm, 13.78mm y 11.36mm, respectivamente y basados en valores referenciales de la escala de Duraffort, *Escherichia coli* resulta ser sensible, observándose que a mayor concentración del extracto, mayor diámetro del halo de inhibición, lo que nos lleva a la conclusión de que el hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica* L. (Mango) presenta actividad antimicrobiana frente a este microorganismo Gram negativo; aceptando nuestras hipótesis planteadas. Dato que es amparado por las investigaciones realizadas por Untol R., Zavaleta G., Saldaña J. y Blas W. (8), Carrillo C. y Díaz R. (9), Krishnananda K. y Ramakrishna A. (11), Reyes D. y Cols. (12) y Kaur J. y Col. (15). Quienes reportaron igualmente la formación de halos que iban desde 8mm hasta 23mm, a diferentes concentraciones (25ug/ml a puro); incluso en algunos casos superando al control positivo (antibiótico); pero también difiere con el estudio realizado por Aparicio R., Velasco J., Paredes R. y Rojas L. (10) quienes no evidenciaron actividad frente a este microorganismo, pero sí frente a bacterias gram positivas como *Staphylococcus aureus* (10). Esta diferencia podría deberse al método de extracción, solventes, ya que los autores emplearon la técnica de hidrodestilación, acoplada a la trampa de Clevenger para obtener aceite esencial donde se obtienen básicamente terpenos; asimismo a la variedad de especies vegetal, ya que la calidad, proporción y composición de los principios activos o metabolitos pueden diferir, según la parte o estructura de ella, procedencia geográfica; requerimiento de nutrientes (tipo de suelo), época de la cosecha, estado de maduración o floración, variedad, entre otros; debido a que ellos, están determinados por factores genéticos y ambientales.

Respecto a la identificación cualitativa de los metabolitos secundarios presentes en el extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica* se destacó la presencia de esteroides, fenoles, taninos y flavonoides

estos resultados son muy similares a los obtenidos en las investigaciones de Krishnananda K. y Ramakrishna A. (11), Triana E (13), Mushore J y Matuvhunye T. (14) y Kaur J. y Col. (15) quienes resaltan a los compuestos químicos, serían principalmente los responsable de la actividad antimicrobiana frente a algunos grupos bacterianos, debido a los compuestos fenólicos, especialmente los flavonoides producen inhibición enzimática por oxidación de compuestos (12- 14); así mismo otros compuestos químicos, intercalan con el DNA, y de las lectinas y polipéptidos se conoce que pueden formar canales iónicos en la membrana microbiana o causar la inhibición competitiva por adhesión de proteínas microbianas a los polisacáridos receptores del hospedero; todo ello, afectando la síntesis y expresión de proteínas, el metabolismo de ácidos nucleicos y las vías metabólicas, inhibiendo el crecimiento, reproducción, respiración de los microorganismos (14, 31, 32)

CONCLUSIONES

EL extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica L.* (Mango) presenta actividad antimicrobiana del frente *Escherichia coli* ATCC 25922.

A partir de la concentración de 0.2mg/ml, el extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica L.* (Mango) presenta actividad antimicrobiana frente *Escherichia coli* ATCC 25922.

El perfil de susceptibilidad de *Escherichia coli* ATCC 25922 frente al extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica L.* (Mango), es de: sensible.

Los principales metabolitos presentes en el extracto hidroalcohólico de las hojas de *Mangifera indica L.* (Mango) son los flavonoides.

RECOMENDACIONES

Continuar con el estudio empleando diferentes métodos de extracción, solventes y proporciones de solvente para la preparación de extractos y extracción de metabolitos secundarios en la especie *Mangifera indica* L. (Mango)

Continuar con el estudio en *Mangifera indica* L. (Mango), teniendo en cuenta los factores genéticos, ontogenéticos y ambientales en la especie la especie vegetal

Continuar con el estudio de la actividad antimicrobiana del extracto hidroalcohólico de *Mangifera indica* L. (Mango) frente a otras cepas bacterianas, tanto gram positivas y negativas, así como hongos; que permitan comparar y complementar con el estudio realizado.

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Organización Panamericana de Salud. Alimento Seguro: Del Campo a la Mesa. Día Mundial de la Salud 2015. (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: https://www.paho.org/mex/index.php?option=com_content&view=article&id=889:dia-mundial-de-la-salud-2015&Itemid=500
2. Organización Mundial de la Salud. *E. coli* ; 2018 (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>
3. Organización Panamericana de Salud. La inocuidad de los alimentos es responsabilidad de todos. Perú 2019 (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: https://www3.paho.org/per/index.php?option=com_content&view=article&id=4316:la-inocuidad-de-los-alimentos-es-responsabilidad-de-todos&Itemid=0
4. Daza R. Resistencia bacteriana a antimicrobianos: su importancia en la toma de decisiones en la práctica diaria. Hospital Universitario Clínica Puerta de Hierro. Madrid. 2000 (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <https://www.mscbs.gob.es/biblioPublic/publicaciones/docs/bacterias.pdf>
5. Ministerio de Salud. Boletín Epidemiológico del Perú. Semana epidemiológica. 2019. Vol. 28 (8) Perú (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/boletines/2019/08.pdf>
6. Guevarra M., Gonzales S., Álvarez A., Riaño A., Garrido G., Nuñez A. Uso etnomédico de la corteza de *Mangifera indica* L. en Cuba. 2004. (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/262587581_Uso_etnomedico_de_la_corteza_de_Mangifera_indica_L_en_Cuba
7. Organización Mundial de la Salud (OMS). Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional. 2014 Perú (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/95008/97892435060>

98_spa.pdf;jsessionid=476513D4FE38308459EA67B8E899F824?sequence=1

8. Untol R., Zavaleta G., Saldaña J. y Blas W. Efecto in vitro de extractos hidroalcohólicos de *Mangifera indica*, *Tamarindus indica* y *Cassia angustifolia* sobre el crecimiento de *Salmonella typhi* y *Escherichia coli*. Facultad de Ciencias Biológicas, Departamento de Ciencias Biológicas Universidad Nacional de Trujillo, Perú. 2019. (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.262.26213>
9. Carrillo C. y Díaz R. Actividad antimicrobiana de extractos hidroalcohólicos de hojas de dos variedades de *Mangifera indica* L. Química Farmacéutica; Universidad de Guayaquil-Ecuador. 2020. (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5826/582661898007/html/>
10. Aparicio R., Velasco J., Paredes R. y Rojas L. Caracterización química y actividad antibacteriana del aceite esencial de *Mangifera indica* L. de tres regiones de Venezuela. Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 2019. (Citado 01 de enero 2022) Disponible: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28042019000300013
11. Krishnananda K. y Ramakrishna A. Comparación de la actividad antibacteriana de extractos de hojas de *Tectona grandis*, *Mangifera indica* y *Anacardium occidentale*. Investigación realizada por el Departamento de Farmacia de la escuela de Srinivas. India. 2017. (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <https://sci-hub.se/10.22159/ijcpr.2017v9i1.16602>
12. Reyes D. y Cols. Efecto antimicrobiano del extracto foliar de mango (*Mangifera indica* L. cv. Bocado) en microorganismos de interés clínico. Estudio realizado por la Universidad de Carabobo. Venezuela. 2017 (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/3759/375953625003/html/>

13. Triana E. Selección del método de extracción en base al rendimiento y los resultados del tamizaje fitoquímico en extractos de las hojas de *Mangifera Indica* L. Investigación presentada para obtener el grado de Químico y Farmaceutico, en la Universidad de Guayaquil. Ecuador. 2016. (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/19456/1/BCIEQ-T-0191%20Triana%20Ram%c3%adrez%20Estefan%c3%ada%20Elizabeth.pdf>
14. Mushore J y Matuvhunye T. Propiedades antibacterianas de *Mangifera indica* sobre *Staphylococcus aureus*. Investigación realizada por la Universidad de Educación Científica de Bindura. Zimbabwe. 2013. (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <https://www.ajol.info/index.php/ajcem/article/view/87720/78187>
15. Kaur J. y Col. Investigación preliminar sobre la actividad antibacteriana de la semilla de mango (*Mangifera indica* L: Anacardiaceae). Investigación realizada por el Departamento de Biotecnología de la Facultad de Ciencias Aplicadas de la Universidad AIMST. Malasia. 2010. (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(10\)60170-8](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(10)60170-8)
16. Gallegos M. Las plantas medicinales: principal alternativa para el cuidado de la salud, en la población rural de Babahoyo, Ecuador. An. Fac. Med. 2016; 77 (4): 327-323. (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832016000400002
17. Torres V. y Castro A. Fitoterapia según OMS. Actualización Clínica. Rev. Act. Cli. (Bolivia) 2014; 42 (1): 2184- 2189. (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2304-37682014000300001&script=sci_arttext
18. Lezama J. Los Fitofármacos y su propuesta de regreso a lo natural. INDAGARE 2018, octubre 30; artículos INDAGARE: 1(4): 34-35.

- (Citado 01 de enero 2022) Disponible en:
<file:///C:/Users/user/Downloads/64-Texto%20del%20art%C3%ADculo-261-1-10-20181030.pdf>
19. Rengifo E. Número Especial: Regulación de Fito medicamentos II: Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas. Redalyc. España 2009 8(1): 58-62. (Citado 01 de enero 2022) Disponible en:
<http://iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL1346.pdf>
20. Parrota J. *Mangifera indica* L. Departamento de agricultura. Estados Unidos 1993. (Citado 01 de enero 2022) Disponible en:
<file:///C:/Users/User/Downloads/Mangiferaindica.pdf>
21. Barrientos V. Identificación de los principales problemas fitosanitarios en el cultivo del Mango (*Mangifera indica*) y evaluación de un método microbiológico para su control en la comunidad de la Plazuela - Sud Yungas. Universidad Mayor de San Andrés. Bolivia 2017 (21) (Citado 01 de enero 2022) Disponible en:
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/15385/T-2482.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
22. Sullón J. Efecto de diferentes combinaciones de inductores sobre adelanto de floración y cosecha en Mango (*Mangifera indica* L), variedad Kent en el valle San Lorenzo, Universidad Nacional de Piura. Perú 2019 (Citado 01 de enero 2022) Disponible en:
<https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2442/AGRO-SUL-PAC-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
23. Larios I., Campos K., Pasilla C. y Villanueva S. Introducción a la Tecnología del Mango. 2000 (Citado 01 de enero 2022) Disponible en:
<https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/388/1/Libro%20Mango.pdf>
24. Castro K. Determinación de la actividad antiproliferativa y citotóxica del extracto acuoso-etanólico de la corteza del árbol de *Mangifera indica* L. en células de cáncer cérvicouterino HeLa. Universidad

- Nacional Autónoma de México. 2014 (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/qfb/tesis/tesis_castro_pantaleon.pdf.
25. Álvarez E. Extractos vegetales. Cosmética natural I. Fitocosmética: Perú. 2017; (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <https://es.slideshare.net/eliasalvarezdelacruz/extractos-vegetales-ade>.
26. Vélez-Terranova M, Campos R, Sánchez-Guerrero H. Uso De Los Metabolitos Secundarios De Las Plantas Para Reducir La Metanogénesis Ruminal. Trop. Sub. Agro.2014; 1 (17): 632-634. (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/939/93935728004.pdf>
27. López T. Flavonoides. OFFARM (España) 2002; 2 (1), 108 – 113. (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13028951>.
28. Loyola V, Sánchez P, Canto B, Gutiérrez L, Galaz R, Moreno O. Biosíntesis de los alcaloides: Una versión crítica. Rev. Soc. (México) 2014; 48 (1): 67-94. (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <https://www.google.com/search?q=alcaloides+pdf&ei=yYctXp3clZCc5gKBrr3wCA&start=10&sa=N&ved=2ahUKEwjd5Mzpo6HnAhUQjlkKHQFXD44Q8NMDegQIDRBC&biw=1366&bih=625>.
29. Torisi J, Di Fiore R, Pulvento C, D'andria R, Vega A, Miranda M, Martinez A, Lacini A. Saponinas: (Chile) 2013; 1 (1): 317- 330. (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/266969103_Saponinas
30. Astrid G. Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: revisión. Acta biol. (Colombia) 2008; 13 (3) 27-36. (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n3/v13n3a2.pdf>
31. Peñarrieta M, Tejeda L, Mollinedo P, Vila J, Bravo J. Compuestos Fenólicos y su Presencia en Alimentos: Revista Boliviana de Química. La Paz - Bolivia 2014; 31 (2): 68-81. (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4263/426339682006.pdf>

32. Martín G. Los compuestos fenólicos: un acercamiento a su biosíntesis, síntesis y actividad biológica: Revista de Investigación Agraria y Ambiental (Colombia) 2018; 9 (1): 52- 68. (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: [file:///C:/Users/SILVIA%20DE%20LA%20GALA/Downloads/Dialnet-LosCompuestosFenolicosUnAcercamientoASuBiosintesis-6383704%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/SILVIA%20DE%20LA%20GALA/Downloads/Dialnet-LosCompuestosFenolicosUnAcercamientoASuBiosintesis-6383704%20(1).pdf)
33. Pérez M y Mota M. Morfología y estructura bacteriana. Temas de Bacteriología y Virología Médica. España 2008 (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <http://www.higiene.edu.uy/cefa/2008/MorfologiayEstructuraBacteriana.pdf>
34. Arias C. y Gallardo R. Factores de riesgo relacionados con infecciones por *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella oxytoca*, *Escherichia coli* y *Proteus mirabilis* productoras de betalactamasas de espectro extendido (blee) en pacientes de los servicios de medicina interna y cirugía general del hospital san francisco de quito en el periodo comprendido entre julio 2012 a diciembre 2014 - estudio analítico retrospectivo de casos y controles. Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/9160/TEISIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
35. López M. Frecuencia de bacterias patógenas su patrón de sensibilidad antibiótica en el HGR N° 25 en relación con el cuadro básico de medicamentos. Universidad Nacional Autónoma de México. 2013 (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/qfb/tesis/tesis_lopez_galvan.pdf
36. López-Jácome L., Hernández-Duran M., Colín-Castro C., Ortega-Peñas S., Cerón-Gonzales G. y Franco-Cendejas R. Las tinciones básicas en el laboratorio de microbiología. Investigación en

- Discapacidad. 2014. (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <https://docplayer.es/3047266-Www-medigraphic-org-mx.html>
37. Fariñas M. y Martínez L. Infecciones causadas por bacterias gramnegativas multirresistentes: enterobacterias, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii* y otros bacilos gramnegativos no fermentadores. Universidad de Cantabria, Santander, España 2013 (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-infecciones-causadas-por-bacterias-gramnegativas-S0213005X13000955>
38. Fundación Vasca para la segunda agroalimentaria: *Escherichia coli*. ELIKA (España) 2013: 1 - 5. (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: http://www.elika.net/datos/pdfs_agrupados/Documento84/3.Ecoli.pdf.
39. Gómez O. Enfermedad diarreica aguda por *Escherichia coli* enteropatógena. Revista Chilena Infectología (Chile) 2014. Vol.31(5) (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182014000500010
40. Farfán A, Ariza R, Vargas F, Vargas L. mecanismo de virulencia de *Escherichia coli* enteropatógena: Rev. Chilena Infectología (Chile) 2016; 33 (4): 438-450. (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rci/v33n4/art09.pdf>
41. Rodríguez G. Principales características y diagnóstico de los grupos patógenos de *Escherichia coli*: salud pública. (México) 2002; 44 (1): 464-475. (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: http://www.adiveter.com/ftp_public/E.coli.pdf.
42. Mosquillo S, Ruiz J, Bauer JL, Ochoa TJ. Mecanismos moleculares de resistencia antibiótica en *Escherichia coli* asociados a diarrea: Rev Peru Med Exp Salud Publica 2011; 28 (4): 648-656.
43. Vignali R. y Seijia V. Principales mecanismos de resistencia antibiótica. Bacteriología y virología medica: 2008. (Citado 01 de enero 2022) Disponible en:

<http://www.higiene.edu.uy/cefa/2008/Principalesmecanismosderesistenciaantibiotica.pdf>.

44. Picazo J. Procedimientos en Microbiología [en línea] 2009 (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <https://seimc.org/contenidos/documentoscientificos/procedimientosmicrobiologia/seimc-procedimientomicrobiologia10.pdf>
45. Rodríguez C., Zarate A. y Sánchez L. Actividad antimicrobiana de cuatro variedades de plantas frente a patógenos de importancia clínica en Colombia. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Colombia 2017 (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v15n27/1794-2470-nova-15-27-00119.pdf>
46. Martínez-Martínez L. El futuro de las pruebas de sensibilidad a los antimicrobianos. Hospital Universitario Virgen Macarena. Sevilla. España. 2003 (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-el-futuro-pruebas-sensibilidad-antimicrobianos-13059088>
47. Castiblanco A. y Hoyos K. Evaluación de susceptibilidad a antibióticos de la Salmonella spp., aislada de muestras de producciones avícolas que ingresaron al laboratorio servet. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA, Bogotá. 2018 (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/973/TESIS%20FINAL.pdf;jsessionid=AB7F6FD1CB6B43333B49B4258FD546F5?sequence=1>
48. Shiva C. Estudio de la actividad antimicrobiana de extractos naturales y ácidos orgánicos. Posible alternativa a los antibióticos promotores de crecimiento. Universidad autónoma de Barcelona 2007 (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5606/cmsr1de1.pdf>

49. Fica A. Resistencia antibiótica en bacilos gram negativos, cocáceas gram positivas y anaerobios. implicancias terapéuticas. Universidad de Chile. 2014 (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-resistencia-antibiotica-bacilos-gram-negativos-S0716864014700604>
50. Cavalieri S. Manual de Pruebas de Susceptibilidad Antimicrobiana. American Society for Microbiology. 2005 (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2005/susceptibilidad-antimicrobiana-manual-pruebas-2005.pdf>
51. Vargas C., Machado T., Smania E. y Smania A. Screening methods to determine antibacterial activity of natural products. Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, SC, Brasil 2007 (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <https://www.scielo.br/pdf/bjm/v38n2/v38n2a34.pdf>
52. Velasco N. Aislamiento y elucidación estructural de los metabolitos bioactivos del liquen *Usnea aurantiacoatra* y su actividad antibacteriana. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima Perú 2020 (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/16031>
53. Jaramillo-Ordoñez C. Actividad antifúngica y antibacteriana in vitro del extracto etanólico de *Usnea laevis* frente a *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador 2020 (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rmh/v31n3/1729-214X-rmh-31-03-169.pdf>
54. Organización Mundial de la Salud. Manual de Bioseguridad en el laboratorio. Suiza 2005 (Citado 01 de enero 2022) Disponible en: https://www.who.int/topics/medical_waste/manual_bioseguridad_laboratorio.pdf

ANEXO N°1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE HOJAS DE *Mangifera indica* L. (MANGO) FRENTE A *Escherichia coli*

PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	METODO Y DISEÑO DE INVESTIGACION	VARIABLES	POBLACION Y MUESTRA
<p>Problema General</p> <p>¿El extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Mangifera indica</i> L. (Mango) presenta actividad antimicrobiana frente <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>- ¿A partir de que concentración el extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Mangifera indica</i> L. (Mango) presenta actividad antimicrobiana frente <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922?</p> <p>- ¿Cuál es el perfil de</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Evaluar la actividad antimicrobiana del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Mangifera indica</i> L. (Mango) frente <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>- Determinar a partir de que concentración el extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Mangifera indica</i> L. (Mango) presenta actividad antimicrobiana frente <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>EL extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Mangifera indica</i> L. (Mango) presenta actividad antimicrobiana del frente <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>- A partir de que concentración de 0.2mg/ml, el extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Mangifera indica</i> L. (Mango) presenta actividad antimicrobiana</p>	<p>Tipo de Investigación:</p> <p>- Analítico: Busca establecer la relación que existe entre las variables de estudio.</p> <p>- Longitudinal: La variable independiente será medida en diferentes momentos.</p> <p>- Prospectivo: La recolección de los datos</p>	<p>Método de Investigación:</p> <p>Deductivo: La aseveración hipotética se realiza de una perceptiva global a lo articulas.</p> <p>Diseño de Investigación:</p> <p>Experimental: Se utiliza instrumentos tecnológicos para obtener resultados exactos siguiendo todo un proceso del método científico.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>x: Extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Mangifera indica</i> L. (Mango)</p> <p>Indicadores: x1: 1.0mg/ml x2: 0.5mg/ml x3: 0.2mg/ml</p> <p>Variable Dependiente</p> <p>y: Actividad antimicrobiana</p> <p>Indicadores: y1: Diámetro del halo inhibido en mm</p>	<p>Población:</p> <p>Todas las hojas sanas, largas, maduras, en un buen estado de <i>Mangifera indica</i> L. (Mango) recolectadas en el distrito de las piedras, provincia de Tambopata del departamento de Madre de Dios.</p> <p>Muestra:</p> <p>Extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Mangifera indica</i> L. (Mango)</p>

<p>susceptibilidad de <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922 frente al extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Mangifera indica</i> L. (Mango)?</p> <p>- ¿Cuáles son los principales metabolitos que presenta extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Mangifera indica</i> L. (Mango)?</p>	<p>- Determinar cuál es el perfil de susceptibilidad de <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922 frente al extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Mangifera indica</i> L. (Mango).</p> <p>- Identificar cuáles son los principales metabolitos que presenta el extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Mangifera indica</i> L. (Mango)</p>	<p>frente <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922.</p> <p>- El perfil de susceptibilidad de <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922 frente al extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Mangifera indica</i> L. (Mango), es de sensible.</p> <p>- Los principales metabolitos presentes en el extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Mangifera indica</i> L. (Mango) son compuestos flavonoides.</p>	<p>correspondientes a los hechos será después de iniciada la investigación.</p> <p>Nivel de Investigación:</p> <p>Explicativo: Se basa en explicar los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto</p>			
--	---	---	--	--	--	--

ANEXO N° 2
REGISTRO DEL DIAMETRO DE LOS HALOS DE INHIBICION POR CADA
ENSAYO PARA EL EXTRACTO HIDROALCOHOLICO DE
***Mangifera indica* L. (Mango) FRENTE A LA CEPA BACTERIANA**

Fecha _____		Ensayo microbiológico N°. _____					
N°. de disco	Concentración del extracto: _____						Prom-Final
	Cepa bacteriana						
	Diámetro de los halos de inhibición (mm)						
	Placa 1	Placa 2	Placa 3	Placa 4	Placa 5	Placa 6	
1							
2							
3							
4							
5							
Prom.							

Fuente: Elaboración propia 2022.

ANEXO N° 3

REGISTRO DEL DIAMETROS PROMEDIO FINAL DE LOS HALOS DE INHIBICION DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE *Mangifera indica* L. (Mango) FRENTE A LA CEPA BACTERIANA EN ESTUDIO

Concentración del extracto etanólico	Cepa bacteriana				
	Promedios parciales de los diámetros de los halos de inhibición (mm)			Inhibición / sensibilidad	
	N° de ensayo			Promedio Final	Espectro de sensibilidad
	1	2	3		
1.0 mg/ml					
0.5 mg/ml					
0.2 mg/ml					

ANEXO Nº 4
CERTIFICACION DE LA ESPECIE VEGETAL

IDENTIFICACION TAXONOMICA DE ESPECIMENES VEGETALES
MARZO , 2021

"ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DEL EXTRACTO HIDROLACOHOLICO DE LAS HOJAS DE *Manguijera indica* L. FRENTE A *Escherichia coli*"

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
BACHILLER: MAGALI TACURI QUEJIA

Nº	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	HABITO	HABITAT	LOCALIDAD	Colector	Fecha Coll	ID	FECHA ID
1	<i>Manguijera indica</i> L.	"mango"	ANACARDIACEAE	Árbol	Bosque de terraza alta	Tambopata, Madre de Dios	Magali Tacuri Quejia	1/03/2021	HDL	3/03/2021

Referencias:

Vouchers colección MTQ, 01/03/2021
Vouchers Herbario San Marcos (HSM). 2021
Vouchers Herbario MOL, 2021
APG IV. 2016
Voucher Herbario "Alwyn Gentry". 2021
Taxonomic Resolution Service v4,1. 2021
The Plant List, 2021
Tropicos, Missouri Botanical Garden, 2021

Puerto Maldonado, 03 de marzo de 2021

Dr. Hugo Dueñas Linares
Especialista en ID Taxonómica de Flora Silvestre
RD N° 054-2017-SERFOR/DGGSPFFS-DGSPF
Código Licencia LC-EC-2017-009

ANEXO N° 5
CONSTANCIA DE LA ELABORACIÓN y TAMIZAJE FITOQUIMICO
DEL EXTRACTO HIDROALCOHOLICO DE *Mangifera indica* L. (Mango)

CONSTANCIA

Por medio de la presente hago constar que la bachiller Srta. Magali Tacuri Quejia identificada con DNI 73907432 egresada de la Facultad de Medicina Humana y Ciencias de la Salud, Escuela Profesional De Farmacia y Bioquímica de la UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS, realizo la obtención del Extracto Hidroalcohólico de Hojas de Mangifera Indica L. (Mango) y marcha fotoquímica ; en nuestra respectivas instalaciones.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Lima ,21 de octubre del 2021



.....
J. ROBERTO PEREZ LEÓN C.
QUÍMICO FARMACÉUTICO
CQFP. 00431

ANEXO N°. 06

CONSTANCIA DE LA EVALUACION DE LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DEL EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE *Mangifera indica* L. (Mango)



LAASA LAB

servicios en análisis de aguas, alimentos y medio ambiente

RUC: 20607268526

CONSTANCIA DE PRACTICAS REALIZADAS

La que suscribe, **BLGA MARÍA DEL CARMEN YÁNEZ MUJICA**, Gerente del Laboratorio LAASA Laboratorio E.I.R.L., hace constar que:

La Bachiller de La **ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA DE LA FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD DE LA UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS – SEDE PUERTO MALDONADO. TACURI QUEJIA, MAGALI**, realizó Ensayos Microbiológicos de la **ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL EXTRACTO HIDROALCOHOLICO DE HOJAS DE Manguifera indica L. (Mango)** frente a **Cepa de Escherichia coli ATCC 25922**, en nuestras instalaciones por el Método de Difusión en Agar según Kirby Bauer y Col modificado, durante los días del 2 de noviembre al 12 del mes de noviembre del año 2021.

Se expide la presente constancia a petición de la interesada, para los fines correspondientes.

Cusco, 15 de noviembre del 2021.






Blga. María de Carmen Yáñez Mujica
C. B. P. 8298
GERENTE
L.A.A.S.A. LAB. E.I.R.L.

ANEXO N° 07

CERTIFICACION DE LA CEPA: de *Escherichia coli* ATCC25922

Microbiologics

Certificate of Analysis: Lyophilized Microorganism Specification and Performance Upon Release

<p>Specifications Microorganism Name: Escherichia coli Catalog Number: 0335 Lot Number: 335-511** Reference Number: ATCC® 25922™* Purity: Pure Passage from Reference: 3</p>	<p>Expiration Date: 2022/4/30 Release Information: Quality Control Technologist: Mary L Bowman Release Date: 2020/5/18</p>
Performance	
<p>Macroscopic Features: 2 colony types, both are gray & beta hemolytic; one is circular to irregular, convex, slightly erose edge & smooth; other is larger, irregular, low convex, erose edge & rough Microscopic Features: Gram negative straight rod</p>	<p>Medium: SBAP Method: Gram Stain (1)</p>
<p>ID System: MALDI-TOF (1) See attached ID System results document.</p>	<p>Other Features/ Challenges: Results (1) Oxidase (Kovacs): negative Beta-glucuronidase (E. coli Broth w/MUG): positive (1) Ampicillin (10 mcg - Disk Susceptibility): 15 - 22 mm (1) Gentamicin (10 mcg - Disk Susceptibility): 18 - 26 mm (1) SXT (1.25/23.75 mcg - Disk Susceptibility): 23 - 29 mm</p> <p style="text-align: center;"> Amanda Kuperus Quality Control Manager AUTHORIZED SIGNATURE</p>
<p><small>**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.</small></p> <p><small>Note for Vitek®: Although the Vitek® panel uses many conventional tests, the unique environment of the card, combined with the short incubation period, may produce results that differ from published results obtained by other methods.</small></p> <p>ⓘ Refer to the enclosed product insert for instructions, intended use and hazard/safety information.</p> <p>Individual products are traceable to a recognized culture collection.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div data-bbox="319 1388 502 1512">  ACCREDITED <small>REFERENCE MATERIAL PRODUCER CERT #2655.02</small> </div> <div data-bbox="319 1523 454 1579">  ATCC Licensed Derivative </div> <div data-bbox="542 1523 1316 1568"> <p><small>(*) 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.</small></p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div data-bbox="319 1612 502 1724">  ACCREDITED <small>TESTING CERT #2655.01</small> </div> <div data-bbox="542 1590 877 1624"> <p><small>(1) These tests are accredited to ISO/IEC 17025:2005.</small></p> </div> </div>	

ANEXO N° 08

REPORTE DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Representación Gráfica de Promedio de Halos de Inhibición.

ENSAYO MICROBIOLÓGICO 01					
REGISTRO DE MEDICIÓN DE HALOS DE INHIBICIÓN					
Fecha de lectura: 3 de noviembre del 2021.					
Mediciones realizadas con el Vernier digitalizado.					
Datos de la muestra:					
Extracto Hidroalcohólico de hojas de Magnifera indica L.					
Concentración: 0.2mg/mL.		Volumen : 20µL.			
Microorganismo: ESCHERICCHIA COLI - ATCC 25922					
Condiciones de cultivo: Medio Mueller Hilton Agar, 24 horas a 37°C.					
N° Placa	Placa 2	Placa3	Placa 4	Placa 5	Placa 6
Valor 1	9.60	10.17	9.19	9.21	11.08
Valor 2	10.63	10.58	10.78	10.70	10.44
Valor 3	9.51	9.54	9.81	10.15	9.90
Valor 4	10.12	9.61	10.22	10.87	10.51
Valor 5	10.66	10.88	11.89	9.63	10.52
Promedios	10.10	10.16	10.38	10.11	10.49

Fuente: LAASA Lab, tesista.

ENSAYO MICROBIOLÓGICO 1
PROMEDIOS DE HALOS DE INHIBICIÓN.

PROMEDIO DE HALOS DE INHIBICIÓN
10.17

ENSAYO MICROBIOLÓGICO 01					
REGISTRO DE MEDICIÓN DE HALOS DE INHIBICIÓN					
Fecha de lectura: 3 de noviembre del 2021.					
Mediciones realizadas con el Vernier digitalizado.					
Datos de la muestra:					
Extracto Hidroalcohólico de hojas de Magnifera indica L.					
Concentración: 0.5mg/mL.		Volumen : 20µL.			
Microorganismo: ESCHERICCHIA COLI - ATCC 25922					
Condiciones de cultivo: Medio Mueller Hilton Agar, 24 horas a 37°C.					
N° Placa	Placa 2	Placa3	Placa 4	Placa 5	Placa 6
Valor 1	11.69	11.69	11.69	13.19	12.21
Valor 2	11.52	11.63	11.58	12.78	14.70
Valor 3	11.80	14.51	12.54	12.81	13.15
Valor 4	12.30	12.12	13.61	12.22	13.87
Valor 5	12.55	13.66	12.88	13.89	13.63
Promedios	11.97	12.72	12.46	12.98	13.51

Fuente: LAASA Lab, tesista.

ENSAYO MICROBIOLÓGICO 1
PROMEDIOS DE HALOS DE INHIBICIÓN.

PROMEDIO DE HALOS DE INHIBICIÓN
12.60

ENSAYO MICROBIOLÓGICO 01					
REGISTRO DE MEDICIÓN DE HALOS DE INHIBICIÓN					
Fecha de lectura: 3 de noviembre del 2021.					
Mediciones realizadas con el Vernier digitalizado.					
Datos de la muestra:					
Extracto Hidroalcohólico de hojas de Magnifera indica L.					
Concentración: 1.0mg/mL.		Volumen : 20µL.			
Microorganismo: ESCHERICCHIA COLI - ATCC 25922					
Condiciones de cultivo: Medio Mueller Hilton Agar, 24 horas a 37°C.					
N° Placa	Placa 2	Placa3	Placa 4	Placa 5	Placa 6
Valor 1	15.60	17.17	17.19	18.21	17.08
Valor 2	17.63	16.58	17.78	17.70	18.44
Valor 3	17.51	17.54	18.81	17.15	17.90
Valor 4	18.12	19.61	17.22	18.87	17.51
Valor 5	17.66	17.88	18.89	17.63	17.52
Promedios	17.30	17.76	17.98	17.91	17.69

Fuente: LAASA Lab, Tesista.

ENSAYO MICROBIOLÓGICO 1
PROMEDIOS DE HALOS DE INHIBICIÓN.

PROMEDIO DE HALOS DE INHIBICIÓN
17.54

**ENSAYO MICROBIOLÓGICO 02
REGISTRO DE MEDICION DE HALOS DE INHIBICION**

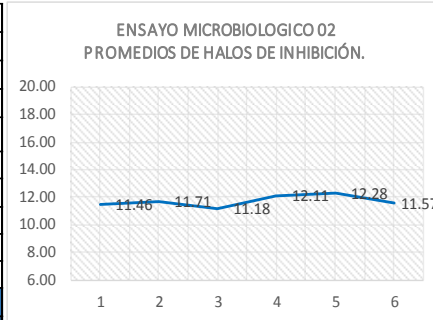
Fecha de lectura: 5 de noviembre del 2021.

Mediciones realizadas con el Vernier digitalizado.

Datos de la muestra:

Extracto Hidroalcohólico de hojas de Magnifera indica L. (Mango)						
Concentracion:	0.2mg/mL.			Volumen : 20µL.		
Microorganismo: ESCHERICHIA COLI - ATCC 25922						
Condiciones de cultivo: Medio Mueller Hilton Agar, 24 horas a 37°C.						
N° Placa	Placa 1	Placa 2	Placa3	Placa 4	Placa 5	Placa 6
Valor 1	11.99	11.94	12.10	12.24	11.24	11.71
Valor 2	12.92	11.54	11.59	11.94	12.81	10.92
Valor 3	11.95	13.01	10.34	12.20	12.32	10.90
Valor 4	10.10	10.55	10.77	11.84	13.94	12.64
Valor 5	10.34	11.50	11.09	12.33	11.11	11.69
Promedio:	11.46	11.71	11.18	12.11	12.28	11.57

Fuente: LAASA Lab, tesista.



PROMEDIOS DE HALOS DE INHIBICION

11.72

**ENSAYO MICROBIOLÓGICO 02
REGISTRO DE MEDICION DE HALOS DE INHIBICION EN PLACAS**

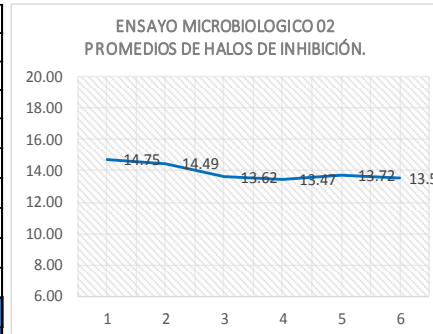
Fecha de lectura: 5 de noviembre del 2021.

Mediciones realizadas con el Vernier digitalizado.

Datos de la muestra:

Extracto Hidroalcohólico de hojas de Magnifera indica L. (Mango)						
Concentracion:	0.5mg/mL.			Volumen : 20µL.		
Microorganismo: ESCHERICHIA COLI - ATCC 25922						
Condiciones de cultivo: Medio Mueller Hilton Agar, 24 horas a 37°C.						
N° Placa	Placa 1	Placa 2	Placa3	Placa 4	Placa 5	Placa 6
Valor 1	14.09	15.06	13.29	13.91	15.25	14.22
Valor 2	15.49	14.21	14.13	13.61	13.22	14.04
Valor 3	14.34	15.37	13.43	12.24	14.37	13.82
Valor 4	14.52	13.41	12.75	13.43	12.69	13.22
Valor 5	15.30	14.40	14.52	14.15	13.07	12.31
Promedio:	14.75	14.49	13.62	13.47	13.72	13.52

Fuente: LAASA Lab, tesista.



PROMEDIOS DE HALOS DE INHIBICION

13.93

**ENSAYO MICROBIOLÓGICO 02
REGISTRO DE MEDICION DE HALOS DE INHIBICION**

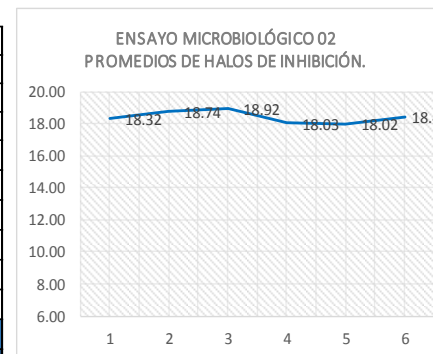
Fecha de lectura: 5 de noviembre del 2021.

Mediciones realizadas con el Vernier digitalizado.

Datos de la muestra:

Extracto Hidroalcohólico de hojas de Magnifera indica L. (Mango)						
Concentracion:	1.0mg/mL.			Volumen : 20µL.		
Microorganismo: ESCHERICHIA COLI - ATCC 25922						
Condiciones de cultivo: Medio Mueller Hilton Agar, 24 horas a 37°C.						
N° Placa	Placa 1	Placa 2	Placa3	Placa 4	Placa 5	Placa 6
Valor 1	19.09	19.01	17.87	18.63	17.86	17.40
Valor 2	18.49	18.84	18.84	17.73	18.06	18.65
Valor 3	18.40	17.98	19.47	18.00	16.88	19.09
Valor 4	19.52	19.09	20.09	17.75	18.76	18.54
Valor 5	17.30	18.76	18.34	18.04	18.54	18.65
Promedio:	18.32	18.74	18.92	18.03	18.02	18.47

Fuente: LAASA Lab; Tesista.



PROMEDIOS DE HALOS DE INHIBICION

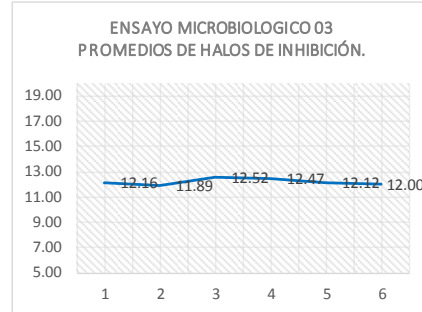
18.42

ENSAYO MICROBIOLÓGICO 03
REGISTRO DE MEDICIÓN DE HALOS DE INHIBICIÓN

Fecha de lectura: 8 de noviembre del 2021.
Mediciones realizadas con el Vernier digitalizado.
Datos de la muestra:

Extracto Hidroalcohólico de hojas de Magnífera indica L (Mango)						
Concentración:	0.2 mg/mL.			Volumen : 20µL.		
Microorganismo: ESCHERICHIA COLI - ATCC 25922						
Condiciones de cultivo: Medio Mueller Hilton Agar, 24 horas a 37°C.						
N° Placa	Placa 1	Placa 2	Placa3	Placa 4	Placa 5	Placa 6
Valor 1	13.09	11.06	13.29	11.91	11.25	12.22
Valor 2	12.49	12.21	13.13	13.61	13.22	13.04
Valor 3	11.40	12.37	11.43	13.24	12.37	11.22
Valor 4	11.52	12.41	13.25	12.43	12.69	12.22
Valor 5	12.30	11.40	11.52	11.15	11.07	11.31
Promedios	12.16	11.89	12.52	12.47	12.12	12.00

Fuente: LAASA Lab, tesista.



PROMEDIO DE HALOS DE INHIBICIÓN

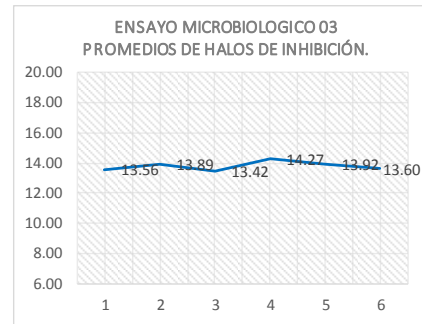
12.19

ENSAYO MICROBIOLÓGICO 03
REGISTRO DE MEDICIÓN DE HALOS DE INHIBICIÓN

Fecha de lectura: 8 de noviembre del 2021.
Mediciones realizadas con el Vernier digitalizado.
Datos de la muestra:

Extracto Hidroalcohólico de hojas de Magnífera indica L (Mango)						
Concentración:	0.5 mg/mL.			Volumen : 20µL.		
Microorganismo: ESCHERICHIA COLI - ATCC 25922						
Condiciones de cultivo: Medio Mueller Hilton Agar, 24 horas a 37°C.						
N° Placa	Placa 1	Placa 2	Placa3	Placa 4	Placa 5	Placa 6
Valor 1	12.09	14.06	13.29	14.91	14.25	13.22
Valor 2	13.49	14.21	14.13	13.61	13.22	14.04
Valor 3	13.40	13.37	13.43	13.24	13.37	13.22
Valor 4	14.52	13.41	12.75	14.43	14.69	14.22
Valor 5	14.30	14.40	13.52	15.15	14.07	13.31
Promedios	13.56	13.89	13.42	14.27	13.92	13.60

Fuente: LAASA Lab, tesista.



PROMEDIO DE HALOS DE INHIBICIÓN

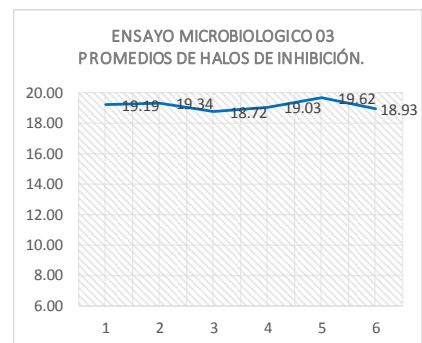
13.78

ENSAYO MICROBIOLÓGICO 03
REGISTRO DE MEDICIÓN DE HALOS DE INHIBICIÓN

Fecha de lectura: 8 de noviembre del 2021.
Mediciones realizadas con el Vernier digitalizado.
Datos de la muestra:

Extracto Hidroalcohólico de hojas de Magnífera indica L (Mango)						
Concentración:	1mg/mL.			Volumen : 20µL.		
Microorganismo: ESCHERICHIA COLI - ATCC 25922						
Condiciones de cultivo: Medio Mueller Hilton Agar, 24 horas a 37°C.						
N° Placa	Placa 1	Placa 2	Placa3	Placa 4	Placa 5	Placa 6
Valor 1	20.09	19.01	18.87	19.63	19.86	18.40
Valor 2	18.49	19.84	17.84	18.73	20.06	19.65
Valor 3	19.86	18.98	18.47	18.00	18.88	19.09
Valor 4	18,72	20.09	19.09	19.75	18.76	18.54
Valor 5	18.30	18.76	19.34	19.04	20.54	18.98
Promedios	19.19	19.34	18.72	19.03	19.62	18.93

Fuente: LAASA Lab; Tesista.



PROMEDIO DE HALOS DE INHIBICIÓN

19.14

ANEXO N° 09

REGISTRO FOTOGRAFICO



Participando en la Preparación de medio de cultivo.



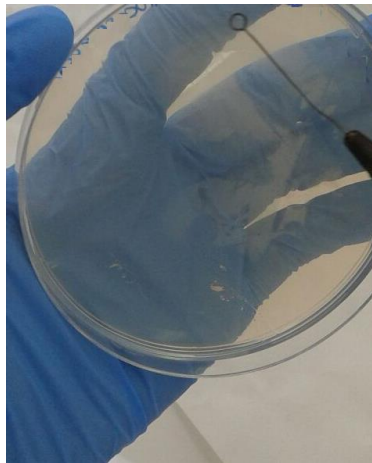
Todo el material necesario debe ser esterilizado.



El medio de cultivo esterilizado es transferido a las placas de Petri esterilizadas.



Reactivación de la cepa bacteriana ATCC, siguiendo indicaciones del fabricante y con las normas de bioseguridad.



Siembra de la cepa reactivada, para la obtención de colonias



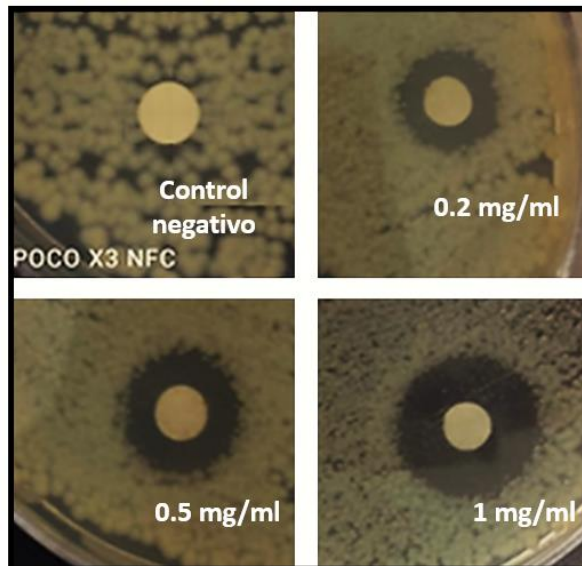
Procedimiento de la tinción Gram



Placas listas para llevar a estufa a incubación

Medición de halos de inhibición

Halos de inhibición formados en una placa



Actividad antimicrobiana del extracto hidroalcohólico de *Mangifera indica* L. (Mango) sobre *Escherichia coli*