



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

ESCUELA DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN CIENCIAS MENCIÓN QUÍMICA ESPECIALIDAD
PRODUCTOS NATURALES**

TESIS

**EXTRACTOS ETANÓLICOS DE *Rumex obtusifolius* (ZARZAPARRILLA) Y
Bocconia frutescens (YANALI) COMO BACTERICIDAS CONTRA
Staphylococcus aureus, *Escherichia coli* y *Salmonella Typhimurium* PARA
FORMULACIÓN DE DESINFECTANTE NATURAL**

**PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS
MENCIÓN QUÍMICA ESPECIALIDAD PRODUCTOS NATURALES**

AUTOR

Br. JAVIER ENRIQUE MADGE SORIA

ASESOR:

Dr. LEONCIO SOLIS QUISPE

Código ORCID: 0000-0001-9979-8590

CUSCO-PERÚ

2026



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el **Asesor** ..Dr. Leoncio Solis Quispe.....
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada:Extractos Etanólicos de Rumex obtusifolius (ZARZAPARRILLA) y
Bocconia frutescens (YANALI) COMO BACTERICIDAS CONTRA Staphylococcus aureus, Escherichia coli y Salmonella
Thypimurium PARA FORMULACIÓN DE DESINFECTANTE NATURAL
.....
.....

Presentado por: Br. Javier Enrique Madge Soria..... DNI N° 06038584.....;
presentado por: DNI N°:

Para optar el título Profesional/Grado Académico de MAESTRO EN CIENCIAS MENCIÓN QUÍMICA.....
ESPECIALIDAD PRODUCTOS NATURALES.....

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por ..01.... veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de
Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de8.....%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto**
las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, ..17... de Julio..... de 20..26.....

.....
Firma
Post firma.....
Nro. de DNI..... 23877496.....
ORCID del Asesor.....0000-0001-0079-8590.....

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: **oid:**27259:601724112.....

JAVIER ENRIQUE MADGE SORIA

EXTRACTOS ETANÓLICOS DE *Rumex obtusifolius* (ZARZAPARRILLA) Y *Bocconia frutescens* (YANALI) COMO BA...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:601724112

146 páginas

Fecha de entrega

21 jun 2026, 7:40 p.m. GMT-5

28.516 palabras

169.520 caracteres

Fecha de descarga

21 jun 2026, 8:07 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS JAVIER 2026.pdf

Tamaño del archivo

3.2 MB

8% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 12 palabras)
- Trabajos entregados

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 8%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
25 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

ESCUELA DE POSGRADO

INFORME DE LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES A TESIS

DR. BALTAZAR NICOLAS CÁCERES HUAMBO, Director (e) de la Escuela de Posgrado, nos dirigimos a usted en condición de integrantes del jurado evaluador de la tesis intitulada **EXTRACTOS ETANÓLICOS DE Rumex obtusifolius (ZARZAPARRILLA) Y Bocconia frutescens (YANALI) COMO BACTERICIDAS CONTRA Staphylococcus aureus, Escherichia coli y Salmonella Thypimurium PARA FORMULACIÓN DE DESINFECTANTE NATURAL** del Br. JAVIER ENRIQUE MADGE SORIA. Hacemos de su conocimiento que el (la) sustentante ha cumplido con el levantamiento de las observaciones realizadas por el Jurado el día VEINTIUNO DE ABRIL DEL 2026.

Es todo cuanto informamos a usted fin de que se prosiga con los trámites para el otorgamiento del grado académico de MAESTRO EN CIENCIAS MENCIÓN QUÍMICA ESPECIALIDAD PRODUCTOS NATURALES.

CUSCO, 28 de mayo de 2026.

MGT. CIRO TOMAYLLA CRUZ
Primer Replicante

MGT. LUZ JACQUELINE ARAGON ALENCASTRE
Segundo Replicante

MTRO. AURA NATALIA CANTERO LOAIZA
Primer Dictaminante

MGT. BLAS PORFIRIO PUMA CAPARO
Segundo Dictaminante

Dedicatoria

A mis padres, ya no presentes físicamente, pero si espiritualmente transmitiendo perseverancia.

A Ivón, por el apoyo incondicional para culminar el trabajo.

A mis hijas, Katty y Jenny quienes con la frescura y alegría de su juventud iluminan el camino.

A la pequeña Alice, por irradiar fé y esperanza.

A Nania, por su permanente presencia en la redacción de la tesis.

A mis hermanos, hermanas y familiares por el aliento constante.

Agradecimientos

A la naturaleza y universo, por brindar energía y poner todo en su lugar.

A la Escuela de Posgrado de la UNSAAC, mención Productos Naturales, a los docentes quienes me han brindado valiosas enseñanzas.

A mi asesor Dr. Leoncio Solís Quispe, por la orientación, aporte de conocimiento y gran apoyo en el presente trabajo.

A mi coasesor Dr. Nino Castro Mandujano, por la generosa apertura para darme las facilidades, sugerencias y recomendaciones que me permitieron realizar el trabajo de tesis.

A la Dra. Elva Cueva Talledo, por la coordinación para el desarrollo de la tesis.

Al Mg. Jorge Choquenaira Pari, por el valioso apoyo e interpretación de los espectros obtenidos mediante HPLC.

A los colegas y personas que de una u otra forma colaboraron para la culminación de la tesis.

A todos en general muchas gracias.

Javier E. Madge Soria.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
INDICE GENERAL.....	IV
INDICE DE TABLAS.....	VII
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
HOJA DE ABREVIATURAS.....	IX
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	1
 CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	 3
1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	3
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.2.1 PROBLEMA GENERAL	4
1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS	4
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	6
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
 CAPITULO II: MARCO TEORICO	 8
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.1.1 ANTECEDENTES DEL GÉNERO <i>Rumex</i>	8
2.1.2 ANTECEDENTES DEL GÉNERO <i>Bocconia</i>	13
2.2 BASES TEÓRICAS.....	19
2.2.1 ESPECIE <i>Rumex obtusifolius</i> L.(ZARAPARRILLA).....	19
2.2.1.1 CLASIFICACIÓN SISTEMÁTICA.....	19
2.2.1.2 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA.	20
2.2.1.3 HÁBITAT.....	20
2.2.1.4 USOS TRADICIONALES.....	20
2.2.2 ESPECIE . <i>Bocconia frutescens</i> L (YANALI)	22
2.2.2.1 CLASIFICACIÓN SISTEMÁTICA	22
2.2.2.2 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA.	22
2.2.2.3 HÁBITAT.....	23
2.2.2.4 USOS TRADICIONALES.....	24
2.2.3 <i>Staphylococcus aureus</i>	24
2.2.3.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	24
2.2.3.2 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA.	25
2.2.3.3 HÁBITAT.	25
2.2.3.4 ENFERMEDADES PROVOCADAS POR <i>Staphylococcus aureus</i>	25
2.2.4. <i>Escherichia coli</i>	27
2.2.4.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	27
2.2.4.2 DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA.....	27
2.2.4.3 HÁBITAT.....	28
2.2.4.4 ENFERMEDADES PROVOCADAS POR <i>Escherichia coli</i>	28
2.2.5. <i>Salmonella typhimurium</i>	30
2.2.5.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	30
2.2.5.2. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA.....	30
2.2.5.3 HÁBITAT.	31
2.2.5.4 ENFERMEDADES PROVOCADAS POR <i>Salmonella typhimurium</i>	31

2.2.6. DESINFECTANTE	34
2.2.6.1 DESINFECTANTE SINTÉTICO.	34
2.2.6.2 DESINFECTANTE NATURAL.	35
2.2.7. EFECTO ANTIMICROBIANO DE GRUPOS QUÍMICOS AISLADOS DE PLANTAS	36
2.2.7.1 FENOLES Y GLUCÓSIDOS FENÓLICOS.	36
. COMPUESTOS FENÓLICOS SIMPLES.	36
. QUINONAS.....	36
. TANINOS.....	37
. CUMARINAS.....	38
. FLAVONAS Y COMPUESTOS RELACIONADOS.....	38
2.2.7.2 TERPENOS	39
2.2.7.3 ALCALOIDES.....	39
2.2.7.4 OTROS COMPUESTOS, MENOS FRECUENTES, CON ACCIÓN ANTIMICROBIANA	40
2.2.7.5 DESINFECTANTES ELABORADOS EN BASE A PRODUCTOS NATURALES	41
- BIODET D3	41
- BIODET DIGESA	41
- BIOSANIT ECOLÓGICO.....	41
- BIOSANIT ALIMENTOS	41
- BIOSANIT W DIGESA	42
2.2.8. BACTERIAS ESPEJO	42
2.2.9. MECANISMO DE INTERACCIÓN POLIFENOL-PROTEÍNA.....	42
2.3 MARCO CONCEPTUAL	43
2.3.1 MARCHA FITOQUÍMICA.....	43
2.3.2 METABOLITOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS.....	43
2.3.3 EXTRACCIÓN ETANÓLICA.....	44
2.3.4 RUTA BIOSINTÉTICA DE LOS FLAVONOIDES.....	45
2.4 HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	45
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	45
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	46
2.4.3. VARIABLES DESCRIPTIVAS.....	46
2.4.4. VARIABLES EXPERIMENTALES.....	47
2.4.4.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.....	47
2.4.4.2 VARIABLE DEPENDIENTE	47
CAPITULO III: METODOLOGIA.....	48
3.1 MATERIALES, REACTIVOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO.....	48
3.2 AMBITO DE ESTUDIO.....	49
3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	49
3.4 MUESTREO	50
3.5 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS	50
3.6 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS EXTRACTOS	51
3.7 RENDIMIENTO (% DE EXTRACCIÓN)	52
3.8 DETERMINACIÓN DE LOS METABOLITOS SECUNDARIOS EN LOS EXTRACTOS ETANÓLICOS.....	52
3.9 DETERMINACIÓN DE LOS COMPONENTES FENÓLICOS POR HPLC.....	57
3.10 DETERMINACIÓN DEL EFECTO BACTERICIDA DE LOS EXTRACTOS	61
3.11 FORMULACIÓN DEL DESINFECTANTE DE <i>Bocconia frutescens</i> L	61
3.12 DETERMINACIÓN DEL EFECTO BACTERICIDA DEL DESINFECTANTE.....	63
3.13 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL EFECTO BACTERICIDA DEL EXTRACTO DE <i>B. frutescens</i> L.....	64
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	65
4.1 DE LA EXTRACCIÓN Y RENDIMIENTO DE LOS EXTRACTOS	65
4.2 DEL ANÁLISIS FITOQUÍMICO CUALITATIVO.....	69
4.3 DE LA DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS MEDIANTE HPLC.....	72
4.4 DE LA DETERMINACIÓN DEL EFECTO BACTERICIDA DE LOS EXTRACTOS.....	81

4.4.1 PROPUESTA DE MECANISMO BACTERICIDA DEL ÁCIDO GÁLICO.....	84
4.5 DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	86
4.5.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LAS TRES CEPAS.....	86
4.5.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA DOS CEPAS CON PROMEDIOS CERCANOS.....	87
4.6 DE LA DETERMINACIÓN DEL EFECTO BACTERICIDA DEL DESINFECTANTE ELABORADO.....	90
5.1 CONCLUSIONES.....	92
5.2 RECOMENDACIONES.....	94
REFERENCIAS	95
ANEXOS.....	110
ANEXO A: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	110
ANEXO B: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	111
ANEXO C: CERTIFICACIÓN BOTÁNICA DE <i>Rumex obtusifolius</i> L.....	112
ANEXO D: CERTIFICACIÓN BOTÁNICA DE <i>Bocconia frutescens</i> L.....	113
ANEXO E: FIGURAS	114
ANEXO F: REPORTE ANÁLISIS HPLC	125
ANEXO G: REPORTES DE RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.....	128

Tabla 1. Diferencia de pared celular entre bacteria Gram (+) y Gram (-).....	32
Tabla 2. Compuestos menos frecuentes con acción antimicrobiana.....	40
Tabla 3. Características del desinfectante elaborado.....	63
Tabla 4. Determinación de la concentración del extracto de <i>Rumex obtusifolius</i> L.....	65
Tabla 5. Determinación de la concentración del extracto de <i>Bocconia frutescens</i> L.....	66
Tabla 6. Determinación del % de extracción de <i>Rumex obtusifolius</i> L. y <i>Bocconia frutescens</i> L.....	67
Tabla 7. Análisis fitoquímico del extracto de <i>Rumex obtusifolius</i> L.....	69
Tabla 8. Análisis fitoquímico del extracto de <i>Bocconia frutescens</i> L.....	70
Tabla 9. Compuestos fenólicos identificados en el extracto de <i>Bocconia frutescens</i> L por HPLC.....	73
Tabla 10. Compuestos fenólicos identificados en el extracto de <i>Rumex obtusifolius</i> L por HPL.....	80
Tabla 11. Efecto bactericida del extracto de <i>Rumex obtusifolius</i> L.....	81
Tabla 12. Efecto bactericida del extracto de <i>Bocconia frutescens</i> L.....	82
Tabla 13. Análisis estadístico Anova de un factor del extracto de <i>B. frutescens</i> L. contra 3 cepas....	88
Tabla 14. Análisis estadístico Anova de un factor del extracto de <i>B. frutescens</i> L. contra 2 cepas....	89
Tabla 15. Efecto bactericida del desinfectante elaborado en base al extracto de <i>B. frutescens</i> L.....	90

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Stafilococcus aureus</i>	24
Figura 2. <i>Escherichia coli</i>	27
Figura 3. <i>Salmonella typhimurium</i>	30
Figura 4. Estructura de la pared bacteriana de Gram positivas y Gram negativas.....	33
Figura 5. Perfil cromatográfico HPLC del extracto de <i>Bocconia frutescens</i> L.....	72
Figura 6. Estructura química del ácido gálico	74
Figura 7. Espectro de la señal UV-Visible del ácido gálico.....	74
Figura 8. Estructura química del ácido caféico.....	75
Figura 9. Espectro de la señal UV-Visible del ácido caféico	76
Figura 10. Estructura química de la quercetina 3 glucósido	76
Figura 11. Espectro de la señal UV-visible de la quercetina 3 glucósido.....	77
Figura 12. Estructura química de la catequina.....	77
Figura 13. Espectro de la señal UV-visible de la catequina	78
Figura 14. Perfil cromatográfico del extracto de <i>Rumex obtusifolius</i> L determinado por HPLC ...	79
Figura 15. Raíz de <i>Rumex obtusifolius</i> L.....	114
Figura 16. Semillas de <i>Bocconia frutescens</i> L.....	114
Figura 17. Proceso de secado de semillas de <i>Bocconia frutescens</i> L.....	115
Figura 18. Molienda de raíz de <i>Rumex obtusifolius</i> L.....	115
Figura 19. Proceso de extracción etanólica de metabolitos de <i>Rumex obtusifolius</i> L.	116
Figura 20. Pesaje de semillas de <i>Bocconia frutescens</i> L.....	116
Figura 21. Proceso de molienda de semillas de <i>Bocconia frutescens</i> L.....	116
Figura 22. Proceso de extracción etanólica de metabolitos de <i>Bocconia frutescens</i> L.....	117
Figura 23. Verificando reactivos para análisis fitoquímico.....	117
Figura 24. Halo de inhibición del extracto de <i>B. frutescens</i> L. contra <i>Escherichia coli</i>	118
Figura 25. Halo de inhibición del extracto de <i>B. frutescens</i> L. contra <i>Salmonella typhimurium</i>	118
Figura 26. Halo de inhibición del extracto de <i>B. frutescens</i> L. contra <i>Staphylococcus aureus</i>	119
Figura 27. Determinando la coloración para el desinfectante elaborado.....	119
Figura 28. Desinfectante en base a extracto de <i>Bocconia frutescens</i> L.....	120
Figura 29. Determinando el pH del desinfectante elaborado.....	120
Figura 30. Petri del desinfectante de <i>B. frutescens</i> L. antes del análisis contra <i>S. typhimurium</i>	121
Figura 31. Petri del desinfectante de <i>B. frutescens</i> L después del análisis contra <i>S. typhimurium</i> ...	121
Figura 32. Desinfectante de <i>B. frutescens</i> L y petri antes del enfrentamiento contra <i>S. aureus</i>	122
Figura 33. Petri después del análisis del desinfectante de <i>B. frutescens</i> L. contra <i>S. aureus</i>	122
Figura 34. Representación de algunos metabolitos encontrados en el extracto de <i>B. frutescens</i> L..	123
Figura 35. Representación de algunos metabolitos encontrados en el extracto de <i>R.obtusifolius</i> L.	124

HOJA DE ABREVIATURAS

SARS-CoV-2	Virus que causa enfermedad respiratoria por coronavirus 2019
Covid 19	Enfermedad por coronavirus
MSCRAMM	Moléculas ancladas a la superficie que se unen a la molécula huésped
<i>Rumex o.</i>	<i>Rumex obtusifolius</i> L.
<i>Bocconia f.</i>	<i>Bocconia frutescens</i> L.
CDC	Centros para el control y prevención de enfermedades
<i>S. aureus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>E. coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
SHU	Síndrome hemolítico urémico
Tir	Receptor translocador de intimina
ADN	Ácido desoxirribonucleico
CT	Toxina colérica
µm	Micra
LPS	Lipopolisacárido
NAG	N-acetilglucosamina
NAM	N-acetilmurámico
DPA	Ácido diaminopimélico
<i>H. pylori</i>	<i>Helicobacter pylori</i>
AOAC	Método oficial de análisis
HPLC	Cromatografía líquida de alto rendimiento
PRA1	Proantocianidina de <i>Rumex acetosa</i>
µg	Microgramo
Ar-gingipaina	Cisteína proteinasa específica
KB	Proteínas que controlan funciones celulares
mL	Mililitro
MRSA	<i>Staphylococcus aureus</i> resistente a la meticilina
mm	Milímetros

DCM	Diclorometano
CMI	Concentración mínima inhibitoria
SPE	Extracción en fase sólida
MBC	Concentración bactericida mínima
DMSO	Dimetil sulfoxido
ppm	Partes por millón
P.D.A.	Agar de papa y dextrosa
TSB	Caldo de soja tripticaseína
DL50	Dosis letal media
DL100	Dosis letal al 100%
EEH	Extracto etanólico de hojas
EEP	Extracto etanólico de peciolo
ATCC	Cepas de colección tipo americana
Rf	Relación entre distancias recorridas por la sustancia y el frente
UV	Ultravioleta
GC-MS	Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas
µL	Microlitro
m/z	Relación masa-carga
EPA	Agencia de protección ambiental
D.P. BAF	Desinfectante perfumado de <i>Bocconia frutescens</i> L.
CCA	Centro de control analítico
MeCN	Cianuro de metilo, acetonitrilo (HPLC)
CCA	Centro de control analítico

RESUMEN

La resistencia de las bacterias a diversos productos antibacterianos está en aumento, por eso se hace imprescindible el buscar nuevas fuentes de desinfectantes y fármacos naturales. La investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto bactericida de los extractos de etanol al 96 % de la raíz de *Rumex obtusifolius* L. (ZARZAPARRILLA) y de las semillas de *Bocconia frutescens* L. (YANALI) contra las cepas de *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Salmonella typhimurium* (ATCC 13311) y *Escherichia coli* (ATCC 8739) para formular un desinfectante natural. La obtención de extractos se realizó por maceración, se hizo marcha fitoquímica, la identificación de los componentes fenólicos por HPLC y la determinación del efecto bactericida por el método de difusión, se formuló un desinfectante natural de acuerdo a la normativa de DIGESA y se determinó el efecto bactericida por el método de dilución de la AOAC. Los porcentajes de extracción con etanol al 96%, fueron de 19.78% y 13.43% para muestras de la raíz de *Rumex obtusifolius* L. y semillas de *Bocconia frutescens* L. respectivamente; se han identificado cuatro componentes fenólicos, ácido gálico, ácido cafeico, quercetina 3 glucosido y catequina en el extracto de *B. frutescens* L. y en el extracto de *R. obtusifolius* L. catequina. El extracto de *B. frutescens* L. presenta efecto bactericida, contra *S. aureus* (15.10 mm), *S. typhimurium* (6.91 mm) y *E. coli* (6.77 mm) y el extracto de *R. obtusifolius* L. no presenta efecto bactericida. El desinfectante formulado con el extracto de *Bocconia frutescens* L, muestra inactivación desde el primer minuto.

Palabras clave: *Rumex obtusifolius* L, *Bocconia frutescens* L, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*.

ABSTRACT

Bacterial resistance to various antibacterial products is on the rise, therefore, it is essential to seek new sources of natural disinfectants and pharmaceuticals. The research aimed to evaluate the bactericidal effect of 96% ethanol extracts of *Rumex obtusifolius* L. root (ZARZAPARRILLA) and *Bocconia frutescens* L. seeds (YANALI) against strains of *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Salmonella typhimurium* (ATCC 13311) and *Escherichia coli* (ATCC 8739) to formulate a natural disinfectant. The extracts were obtained by maceration, a phytochemical march was carried out, the phenolic components were identified by HPLC and the bactericidal effect was determined by the diffusion method. A natural bactericide was formulated according to DIGESA regulations and its bactericidal effect was determined by the AOAC dilution method. The extraction percentages with 96% ethanol were 19.78% and 13.43% for samples of *Rumex obtusifolius* L. root and *Bocconia frutescens* L. seeds respectively; four phenolic components, gallic acid, caffeic acid, quercetin 3-glucoside and catechin have been identified in the *B. frutescens* L. extract and in the *R. obtusifolius* L. catechin extract. The *B. frutescens* L. extract has a bactericidal effect against *S. aureus* (15.10 mm), *S. typhimurium* (6.91 mm) and *E. coli* (6.77 mm) and the *R. obtusifolius* L. extract does not have a bactericidal effect. The disinfectant formulated with the *Bocconia frutescens* L. extract shows inactivation from the first minute.

Keywords: Rumex obtusifolius L, *Bocconia frutescens* L, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*.

INTRODUCCIÓN

El uso de plantas como medicina tradicional se viene realizando desde mucho tiempo atrás, cuando era lo único con que contaban las primeras civilizaciones para aliviar y curar sus enfermedades, siendo parte de la cultura de los pueblos el conocimiento de cada planta en su función de restablecer la salud, transmitiéndose de generación en generación.

El empleo de plantas sigue siendo común en muchos lugares del mundo; en nuestro país se ve esto con mucha frecuencia, tal es el caso en la región del Cusco, en la ciudad misma y en zonas rurales un tanto alejadas de centros urbanos ya que debido a la distancia y costo que significa el desplazamiento hacia la ciudad estas poblaciones rurales prefieren el empleo de plantas, también hay que considerar la desconfianza que tienen hacia medicamentos farmacológicos expedidos en farmacias y boticas. Por ejemplo, los extractos de semillas de toronja y hojas de eucalipto presentan efectos bactericidas y fungicidas de amplio espectro. Además de tener acción antioxidante, no se acumulan en los tejidos y no dejan residuos, son biodegradables; siendo estas cualidades las que hacen diferencia con los desinfectantes sintéticos. Otras ventajas son las de no conferir olor, color, ni sabor a los alimentos en las concentraciones recomendadas (Gallardo Troncoso, 2006). Se considera que extractos cítricos tienen acción contra bacterias y hongos. No obstante, el empleo de desinfectantes en base a este tipo de extractos en lugares públicos aún falta investigar en mayor amplitud. Sin embargo, hay investigaciones in vitro con células que sugieren efectividad en la inhibición para replicar varios virus como el SARS-CoV-2, lo cual indica que hay buenas perspectivas en el uso de extractos cítricos para combatir el COVID-19 (Schneegans et al., 2021).

Así, en muchos casos, pese a los buenos resultados para la salud comunitaria no hay estudios fehacientes que comprueben y certifiquen las bondades de gran variedad de las plantas usadas para tales fines, como productos desinfectantes formulados para expendio al usuario.

El objetivo general es evaluar el efecto bactericida de extractos etanólicos de raíz de *Rumex obtusifolius* L. y de semillas de *Bocconia frutescens* L, contra las cepas patógenas de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Salmonella typhimurium* para formular un desinfectante natural. Los objetivos específicos son cuantificar el porcentaje de extracción de ambos extractos, analizar la presencia de metabolitos secundarios en los extractos, determinar el efecto bactericida de los extractos contra las cepas mencionadas anteriormente y formular un desinfectante natural.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Situación Problemática

Adhanom Ghebreyesus (2024) director general de la OMS, ha señalado que la creciente resistencia a los antimicrobianos podría echar a perder un siglo de avances en la medicina y regresarnos a la era anterior a los antibióticos debido a que infecciones que hoy podemos tratar podrían convertirse en una sentencia de muerte. Esto es una amenaza mundial, con independencia del nivel de ingresos de los países. Para evitar esta situación se debe intensificar acciones y tomar medidas enérgicas y bien coordinadas (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2024). Efectivamente, según Organización Panamericana de la Salud (2021) refiere que más de 700 mil muertes se presentan anualmente en el mundo debido a infecciones por bacterias resistentes a los antimicrobianos, representando un grave problema de salud pública mundial, que podría ocasionar 10 millones de muertes en los próximos 25 años y dejar cuantiosas pérdidas económicas que superarían los 100 billones de dólares para 2050. Así mismo señala que esta situación es un hecho que se da de forma natural en el tiempo, en las últimas décadas se reportan crecimientos preocupantes de la resistencia antimicrobiana (RAM), por múltiples factores como el uso inadecuado de los antibióticos, tanto en salud humana como en sanidad animal; el traspaso de bacterias resistentes de los animales a los humanos, por contacto directo o a través de los alimentos, y la contaminación de fuentes de agua con medicamentos antimicrobianos y residuos de estos. Esta situación es un desafío mundial que requiere la acción de todos los sectores de la sociedad como las organizaciones nacionales e internacionales, investigadores y comunidad científica, académicos, personal sanitario, instituciones, ministerios, gobiernos y población en general.

Lo señalado líneas arriba está referido a los antibióticos, pero hay que considerar una estrecha relación entre antibiótico y desinfectante, ya que si bien el antibiótico es usado en el organismo humano y/o animal y el desinfectante es para superficies inanimadas, la finalidad es la misma, es decir combatir bacterias patógenas, el antibiótico como cura y en algunos casos como preventivo mientras que el desinfectante como prevención.

Hecha la revisión de la bibliografía especializada no se ha reportado estudios sobre investigaciones de efecto bactericida de desinfectantes naturales elaborados en base a extractos etanólicos de raíz de *Rumex obtusifolius* L. (zarzaparrilla) y semillas de *Bocconia frutescens* L. (yanali) contra *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Salmonella typhimurium*; razón por la cual se propone el desarrollo de la presente investigación.

1.2. Formulación del problema de la investigación

1.2.1. Problema general

¿Presentan efecto bactericida los extractos etanólicos de la raíz de *Rumex obtusifolius* L. (Zarzaparrilla, Llaqe) y de semillas de *Bocconia frutescens* L. (Yanali) sobre las cepas patógenas de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Salmonella typhimurium*, para posibilitar la formulación de un desinfectante?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el porcentaje de extracción de la raíz de *Rumex obtusifolius* L. y de las semillas de *Bocconia frutescens* L. en etanol del 96 %, por el método de maceración?
- ¿Qué metabolitos secundarios están presentes o ausentes en los extractos etanólicos de la raíz de *Rumex obtusifolius* L. y de las semillas de *Bocconia frutescens* L. mediante análisis fitoquímico cualitativo?

- ¿Cuáles son los componentes fenólicos mayoritarios de los extractos etanólicos de la raíz de *Rumex obtusifolius* L. y de las semillas de *Bocconia frutescens* L. determinados por HPLC?
- ¿Cuál es el efecto bactericida de los extractos etanólicos del 96% contra *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Salmonella typhimurium*, por el método de difusión?
- ¿Es posible formular desinfectante natural con el extracto de mayor efecto bactericida, tomando en cuenta los requisitos exigidos por la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud?

1.3. Justificación e importancia de la Investigación

Es prioritario buscar nuevas fuentes naturales de metabolitos secundarios con propiedades bactericidas contra bacterias patógenas gram positivas y gram negativas debido a la creciente resistencia bacteriana a los fármacos que las combaten, poniendo en serios riesgos la salud de personas y animales.

En la actualidad el uso de desinfectantes para diversos tipos de uso como doméstico, hospitalario, industrial, etc., se da en base a productos químicos sintéticos que, si bien son efectivos en su propósito, se tiene el riesgo de que al no ser biodegradables pueden tener efectos colaterales inmediatos o acumulativos perjudiciales para la salud de quienes son expuestos a dichos productos.

La tendencia actual es buscar y desarrollar productos en base a fuentes naturales y/o ecológicas, biodegradables, que sean más seguros en su empleo y afecten lo menos posible el medio ambiente.

En países con limitados recursos económicos, como el nuestro, las infecciones neonatales y del sistema respiratorio son las primeras causas de fallecimientos (Organización

de las Naciones Unidas [ONU], 2020) por lo que se hace necesario buscar nuevas fuentes de insumos de productos bactericidas, en este caso de origen vegetal. Por lo tanto, sería un aporte al conocimiento científico hacer el estudio del efecto bactericida de los extractos etanólicos de raíz de *Rumex obtusifolius* L. y semillas de *Bocconia frutescens* L. sobre las cepas bacterianas patógenas de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Salmonella typhimurium* para elaborar un desinfectante natural.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto bactericida de los extractos de etanol al 96 % de la raíz de *Rumex obtusifolius* L. (ZARZAPARRILLA) y de las semillas de *Bocconia frutescens* L. (YANALI) contra las cepas de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Salmonella typhimurium* para formular un desinfectante natural.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el porcentaje de extracción de los extractos etanólicos de la raíz de *Rumex obtusifolius* L. y de las semillas de *Bocconia frutescens* L. en etanol al 96 %, por el método de maceración.
- Analizar la presencia de metabolitos secundarios en los extractos etanólicos de la raíz de *Rumex obtusifolius* L. y de las semillas de *Bocconia frutescens* L. por análisis fitoquímico cualitativo.
- Determinar los componentes mayoritarios fenólicos de los extractos etanólicos de la raíz de *Rumex obtusifolius* L. y de las semillas de *Bocconia frutescens* L. por HPLC.

- Determinar el efecto bactericida de los extractos etanólicos contra *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Salmonella typhimurium*, por el método de difusión (eficacia antimicrobiana).
- Formular desinfectante natural con el extracto de mayor efecto bactericida, tomando en cuenta los requisitos exigidos por la Dirección General de Salud Ambiental (Digesa) del Ministerio de Salud y determinar el efecto bactericida mediante enfrentamiento microbiano.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes del género *Rumex*

Orbán-Gyapai et al. (2017) analizaron la actividad antibacteriana del n-hexano, cloroformo y fracciones acuosas de extractos metanólicos preparados a partir de diferentes partes de 14 especies de *Rumex* (*R. acetosella*, *R. acetosa*, *R. alpinus*, *R. acuático*, *R. conglomeratus*, *R. crispus*, *R. hydrolapathum*, *R. obtusifolius*, *R. obtusifolius subalpinus*, *R. patientia*, *R. pulcher*, *R. scutatus*, *R. stenophyllus* y *R. thyrsiflorus*) fueron investigados contra *Staphylococcus epidermidis*, *S. aureus*, *MRSA*, *Bacillus subtilis*, *Moraxella catarrhalis*, *Streptococcus pyogenes*, *S. pneumoniae*, *S. agalactiae*, *Pseudo-monas aeruginosa*, *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* utilizando el método de difusión en disco. Concluyeron que los extractos de cloroformo y n-hexano preparados de las raíces de estas plantas medicinales mostraron una alta acción antibacteriana (zonas de inhibición de 15 mm), contra una o más cepas bacterianas, pero el extracto altamente activo es la parte aérea y raíz de *Rumex acuáticos*.

Huaranca Hinojosa (2016) afirma que los compuestos fenólicos extraídos de hojas de *Rumex Crispus* L. presentan acción antibacteriana contra la cepa de *Escherichia coli*. Llegó a esta conclusión por el estudio que hizo en la Facultad de Ciencias de la Salud y Microbiología, área de Farmacognosia de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, en el período de abril hasta junio del año 2016. La muestra vegetal se obtuvo en el distrito de Pícha, perteneciente a la provincia de Huamanga en la región Ayacucho, Perú. Es una investigación tipo básico experimental, del extracto etanólico se obtuvieron compuestos fenólicos que fueron separados con acetato de etilo y éter de petróleo. Los compuestos fenólicos fueron cualitativamente identificados con FeCl_3 al 5% y reactivo de Shinoda, los parámetros organolépticos y fisicoquímicos fueron evaluados según Miranda y Cuellar (2001),

la acción antibacteriana fue analizada mediante el método de difusión de discos según Kirby-Bauer, se consideró el método de macrodilución en caldo de cultivo para determinar la concentración mínima bactericida y la concentración mínima inhibitoria. Se determinó que los compuestos fenólicos aislados tienen bastante cantidad de flavonoides, en cuanto a los parámetros físicos químicos se determinó un 8.1 de humedad, 2,1 de cenizas y un pH entre 4 y 5. La cepa de *Escherichia coli*, al 20%, fue más sensible al efecto antibacteriano con los compuestos fenólicos aislados al obtenerse un 22,8 mm como diámetro de inhibición. Se determinó que la concentración mínima inhibitoria fue de 0,313 mg/mL y la concentración mínima bactericida fue 0,625 mg/mL.

Schmuck et al. (2015) investigaron la actividad del extracto acetona-agua (7:3) de partes aéreas de *Rumex acetosa* enriquecida con proantocianidina contra la adhesión de la bacteria Gram-negativa patógena *Porphyromonas gingivalis* (*P. gingivalis*), cocobacilo, con forma de bastoncillos cortos, causante de periodontitis (infección que origina pérdida del hueso entre raíces de los dientes, reduciendo el soporte óseo) aguda y leve. La adhesión a las células KB se estudió mediante citometría de flujo, escaneo microscópico con láser y ensayo de adhesión in situ utilizando tejido bucal murino. Extracto enriquecido con proantocianidina de *R. acetosa* (PRA1) y todos los compuestos aislados se evaluaron más a fondo para determinar la actividad contra gingipaina. En varias dosis (5-15 µg/mL) el extracto enriquecido con proantocianidina de *R. acetosa*, que fueron galoilados (incorporación de ésteres del ácido gálico) favorecen la actividad antiadhesiva de bacterias. Los estudios de acoplamiento indicaron que epicatequina-3-O-galato-(4β → 8)-epicatequina-3'-O-galato interactúan fuertemente con el lado activo de Arg-gingipaina y hemaglutinina de *P. gingivalis*. La relación revela que la galoilación de estos constituyentes puede ser el motivo de la fijación del ligando a la proteína. Se descubrió que los no galoilados no eran activos. En conclusión, el extracto enriquecido con proantocianidina de

R. acetosa (PRA1) y epicatequina-3-O-galato-(4 β $\rightarrow$ 8)-epicatequina-3'-O-galato son componentes prometedores contra enfermedades e infecciones bucales para el futuro.

Soto et al. (2015) analizaron la actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico de la raíz de *Rumex crispus* L., obtenida en la provincia de Otuzco, región La Libertad, Perú. Las raíces fueron seccionadas en pequeños trozos y secados a 40°C durante 7 días, luego pasaron a molienda. Las raíces pulverizadas fueron sometidas a un procedimiento de extracción alcohólica, mediante la técnica de extracción de reflujo por 2 horas. Se usó 50 g. de muestra y 250 mL reflujo en etanol al 70%. El extracto etanólico obtenido fue filtrado y concentrado en el rotaevaporador a presión reducida. Finalizada la evaporación del solvente, se prosiguió con el secado a 40 °C. Posteriormente se realizó la marcha fitoquímica para determinar la presencia de metabolitos secundarios, se evidenció la presencia de catequinas (+), lactonas (+), saponinas (+++), compuestos fenólicos (+++), taninos (+++), quinonas (+++), flavonoides (+) y leucoantocianidinas (+), no se determinó la presencia de esteroides triterpénicos (-), cardenólidos (-) ni alcaloides (-). Para el ensayo antimicrobiano se consideró el método de difusión en pozo según Kirby-Bauer, se hizo la siembra de los microorganismos *S. aureus* (ATCC 25923) y *E. coli* (ATCC 25922) ajustados a la escala de Mc Farland 0,5 (1,5 x 10⁸ UFC/mL) en agar Mueller-Hinton. Seguidamente con un sacabocado, se hicieron 4 perforaciones a 11 mm de diámetro, donde se colocaron 200 μ L de los extractos etanólicos disueltos en dimetilsulfóxido (DMSO) a las concentraciones de 5%, 15% y 30% p/v de control negativo DMSO. En otra placa se realizaron tres perforaciones con las mismas medidas donde se colocaron 200 μ L de control positivo (gentamicina 10 μ g/mL). Se incubaron las placas a 37°C por 24 horas, luego se midieron los halos de inhibición de los extractos, así como de los controles positivo y negativo, empleando una regla milimetrada. Se determinó la concentración inhibitoria mínima mediante el método de macrodilución en agar en microplacas de fondo plano de 24 pozos, donde se colocaron en cada pozo las diferentes concentraciones del extracto

(5 mg/mL, 2,5 mg/mL, 1.0 mg/mL, 0,5 mg/mL, 0,25 mg/mL y 0,1 mg/mL) disueltos en medio de cultivo (Mueller-Hinton). Luego de cada pozo se sembraron 2 μ L de cultivo bacteriano (*E. coli* y *S. aureus*), 1.5×10^8 UFC/mL. Se usó como control negativo DMSO y como control positivo gentamicina 10 μ g/mL. Con un tiempo de 24 horas de incubación a 37 °C, las microplacas se examinan visualmente. Se determinó la CIM a la cual el microorganismo ensayado no presentó desarrollo visible. Se concluyó que el extracto etanólico mostró actividad antimicrobiana frente a *E. coli* y *S. aureus* en todas las concentraciones ensayadas (5%, 15% y 30%). Las concentraciones mínimas inhibitorias fueron de 1,0 mg/mL para *S. aureus* y 2,5 mg/mL para *E. coli*.

Humeera et al. (2013) realizaron investigaciones de efecto antimicrobiano de *Rumex dentatus* L., empleando toda la planta, haciendo uso de método de difusión en disco de agar con la finalidad de determinar el efecto antimicrobiano. Los extractos de metanol y etanol de *Rumex dentatus* L. fueron analizados contra diferentes cepas bacterianas clínicas como *Shigella flexneri*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella typhimurium*. Se observó un efecto inhibidor máximo contra las cepas de *K. pneumonia* y *P. aeruginosa*, no teniendo ningún efecto contra *S. typhimurium*, para el caso de cepas bacterianas; y en el caso de cepas de hongos se evidenció un máximo efecto contra *C. albicans*. La MIC y MBC mostraron valores más bajos para el extracto de metanol contra las cepas bacterianas de *S. flexneri*, *K. pneumonia* y *E. coli*, en comparación con el extracto de etanol, lo cual indica tener mayor efectividad como agente antimicrobiano.

Harshaw et al. (2010) analizaron la actividad antibacteriana de hojas de *R. obtusifolius* L. para lo cual recolectaron las hojas en Aghadowey, Coleraine, Irlanda del Norte. Las hojas secas y molidas de *R. obtusifolius* L. (35,5 g) fueron sometidas a un proceso de extracción secuencial mediante Soxhlet con 250 mL de n-hexano, diclorometano (DCM) y metanol (MeOH). El extracto de MeOH se fraccionó adicionalmente usando una mezcla de solvente

MeOH-agua de polaridad decreciente, p.e. 20%, 50%, 80% y 100% MeOH-agua, para obtener cuatro fracciones de extracción en fase sólida (SPE). Evaluaron la actividad antibacteriana de los extractos contra seis cepas bacterianas, *Bacillus cereus* (ATCC 11778), *Bacillus subtilis* (NCTC 10400), *Escherichia coli* (ATCC 8739), *Escherichia coli* resistente a ampicilina (NCTC 10418), *Estafilococo aureus* (NCTC 1803) y *Salmonella typhi* (NCTC 10203), mediante el método de difusión en disco. El extracto de n-hexano no mostró actividad antibacteriana, el extracto de DCM fue activo contra *Escherichia coli*, y el extracto de MeOH fue activo contra todas las cepas de bacterias analizadas. Entre las fracciones SPE, las fracciones de 20% y 100% fueron inactivas, las fracciones de 50% y 80% estaban activas contra todos los organismos de prueba, lo más notable se observaron actividades antibacterianas con el extracto de MeOH y fracción Sep-Pak al 50% contra *E. coli* resistente a ampicilina. Se determinaron los valores de CMI de los extractos mediante el ensayo de microtitulación de resazurina. El extracto de MeOH fue el más potente contra *E. coli* resistente a ampicilina (CMI = 1,56 mg/mL). Actividades similares fueron mostradas por el 50% y el 80% de las fracciones SPE. En los extractos/fracciones se encontró que eran más bacteriostáticos que bactericidas. La actividad antibacteriana de hojas de *R. obtusifolius* se debió principalmente a compuestos de polaridad media, p.ej. fenólicos, presentes en el extracto polar de MeOH, y en las dos fracciones intermedias, el 50% y la 80%, de las fracciones SPE.

Ramírez y Díaz (2007) concluyeron que presentan efecto inhibitorio los extractos y fracciones etanólicas de las hojas, raíces y espigas de *Rumex conglomeratus* frente a la cepa de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Fue activa contra *Escherichia coli* ATCC 25922 la fracción etérea de espigas. Al ser tratadas con vapores de amoníaco y fluorescencia las contraplacas de la bioautografía, técnica que combina la cromatografía en capa fina y la detección de actividad antimicrobiana, detectaron quinonas y flavonoides. Se disgregaron las hojas, raíces y espigas y procedieron con la molienda, obteniendo 1000 g en forma de polvo

uniforme. Luego cada parte disgregada de la planta se colocó en un frasco con etanol al 95%, filtrando hasta tener un extracto incoloro. Se concentró en rotavapor a presión reducida el homogenizado que se obtiene después de la filtración, para fraccionar en un proceso líquido-líquido usando éter de petróleo, separando compuestos poco polares. Se le adicionó 20 mL de diclorometano al residuo por 5 veces agitando, para obtener la fracción en diclorometano. Luego procedieron a determinar la capacidad antibacterial contra la cepa Gram positiva de *Staphylococcus aureus* y Gram negativas de *Escherichia coli* y *Pseudomona aeruginosa* del extracto etanólico total seco y de las fracciones etéreas y diclorometano, con el método de difusión en agar. Se procedió a colocar las cepas bacterianas en recipientes independientes, luego se agregó en el pozo el extracto etanólico a una concentración de 500 µg/mL. Similarmente se procedió con la fracción etérea y en diclorometano, luego las placas se incubaron a 37° C por 24 horas para determinar la inhibición de crecimiento. Verificaron la viabilidad y concentración de las células mediante dilución en placa, preparándose el extracto a concentración de 500 µg/mL. Las fracciones y los extractos de raíces, espigas y hojas de *Rumex conglomeratus* tuvieron efecto inhibitorio contra *Staphylococcus aureus*; contra *Escherichia coli* la fracción etérea de espigas mostró inhibición. Reportaron efectos inhibitorios del 68% con el extracto en diclorometano de las espigas enfrentado a *Staphylococcus aureus*, indicativo de tener un producto natural con buenas perspectivas antibacterianas para cepas Gram positivas, no tanto así para cepas Gram negativas ya que el porcentaje de inhibición no superó el 50% para ninguna de las partes en evaluación. Estos resultados coinciden con investigaciones anteriores en que se muestra que microorganismos Gram positivos son más vulnerables que los Gram negativos.

2.1.2. Antecedentes del género *Bocconia*

Hernández et al. (2023) realizaron una investigación sobre la caracterización de metabolitos secundarios en fruto, hoja y corteza de *Bocconia frutescens* L., indicando que en

estudios fitoquímicos de las hojas y corteza se reportan la presencia de alcaloides, flavonoides, naftoquinonas, antraquinonas, saponinas, triterpenos, cumarinas y glicósidos cardiotónicos. Precisan que los alcaloides detectados tienen el esqueleto de Benzofenantridinas e isoquinolina, los cuales tienen diversas actividades biológicas. Refieren el reporte de la presencia de catequina, quercetina y hesperitina como agentes antivirales, antimicrobianos y antioxidantes. En así que resaltan la gran importancia de los metabolitos secundarios por tener actividades biológicas como: anticancerígenas, antibacterianas, antiparasitaria, antitumorales, antifúngicas, etc. En lo referente a materiales y métodos, colectaron las muestras de hojas, cortezas y frutos en la ciudad de Chilpancingo de los Bravo Gro (México), en cada una de las muestras eliminaron las impurezas presentes, el proceso de extracción fue realizado por maceración de 10 días con acetato de etilo a temperatura ambiente. Posteriormente, llevaron a cabo una cromatografía de capa fina en una relación 9:1 de hexano y acetato de etilo, para obtener los RF correspondientes para cada uno de los extractos (UV a 265 nm). Referente a la identificación de los componentes se usaron pruebas bioquímicas para taninos, fenoles, flavonoides y alcaloides. También realizaron un análisis de densitometría para la semi-cuantificación de la presencia de compuestos biológicos. Como resultado detectaron la presencia de taninos, fenoles, flavonoides y alcaloides en los diferentes extractos, determinando una mayor concentración de alcaloides en el fruto (no se tienen estudios previos en donde utilicen esta parte de la planta), debido a esto, señalan que se ha convertido en motivo de interés para nuevas investigaciones de metabolitos secundarios. Se determinó que el contenido de fenoles y taninos es mayor en la corteza, y al tener mayor biomasa, indicaría un mejor rendimiento al momento de realizar la purificación. Por otro lado, se mantiene la tendencia similar de concentración de los metabolitos en las hojas, aunque todo indica un mayor volumen de hojas para su obtención. Concluyeron que obtuvieron en cada uno de los

extractos de hoja, corteza y fruto, siguiendo la metodología descrita, una primera caracterización de forma cualitativa y semicuantitativa.

López y Aguillón (2015) refieren que el hongo *Trichophyton mentagrophytes* es el gran causante de una dermatomycosis muy extendida denominada tiña pedis que en la actualidad tiene una afectación al 79% de la población a nivel mundial; muchas personas consideran la medicina tradicional para tener un tratamiento para esta dolencia, aun cuando existe tratamiento farmacológico, para lo cual emplean *Bocconia frutescens* por su efecto antimicótico. En tal circunstancia, se estudia el efecto antimicótico in vitro del extracto etanólico de *Bocconia frutescens* L. frente al hongo *Trichophyton mentagrophytes*, incluyendo el reconocimiento de los metabolitos secundarios de la planta y la posible toxicidad del extracto. Se consideraron para los extractos etanólicos las hojas y peciolo (EEH, EEP), a los cuales se les hizo análisis fitoquímico encontrándose metabolitos secundarios como taninos, saponinas, flavonoides, cumarinas, entre otros; se hizo también análisis citotóxico empleando nauplios de *Artemia salina*. Se concluyó que el EEH y EEP tienen significativas diferencias de toxicidad, al determinarse que 0,698 mg/mL de extracto fue la concentración necesaria para tener mortalidad del 50% de los nauplios, y en el caso de EEP se determinó en 1,007 mg/mL de extracto, por lo cual se concluye que el EEH tiene mayor efecto tóxico. Se hicieron análisis de efecto antimicótico, los cuales mostraron diferencias entre las concentraciones para EEH, EEP y en el control positivo (C+). Se determinó que el EEH mostró un mayor porcentaje de inhibición al tener un valor de 70%, frente al EEP con un valor de inhibición del 63%. Se puede concluir de esta investigación que puede ser un estudio preliminar con base científica para considerar a *Bocconia frutescens* como una alternativa natural para combatir la tiña pedis.

Zurita et al. (2013) investigaron con la finalidad de determinar los principales componentes bioactivos de la savia de *Bocconia frutescens* L. por medio de la técnica de cromatografía GC-MS. La savia no ha sido estudiada como otras partes de esta planta. En los

materiales y metodología empleados colectaron una rama leñosa a 2896 msnm, luego fue cortada en trozos cortos, para extraer los metabolitos principales se colocó en inmersión con 300 mL de metanol por un tiempo de 10 días. Luego de ese tiempo el extracto crudo fue filtrado y concentrado en rotavapor a 10 mL. Luego 2 μ L del preparado fue inyectado en un cromatógrafo de gases acoplado a un espectrómetro de masas. El software de corrida fue ajustado en el rango de masas de 30-600 m/z. El cálculo del índice de retención de Kovats (método de cuantificación de los tiempos de elución relativa de los diferentes compuestos en cromatografía de gases), del α -Tocoferol fue obtenido en referencia a estándares de alcanos C₂₁-C₄₀ obtenidos de Sigma-Aldrich Co., y para la protopina fue obtenida del estimado de la base NIST. Los resultados que obtuvieron del análisis cromatográfico indican la notoria presencia de dos componentes con propiedades antimicrobianas y antioxidante; la protopina que es un alcaloide bencilisoquinólico y el α -tocoferol, una forma activa de la vitamina E con alto poder antioxidante. Siendo este último por primera vez reportado en la savia de la planta en estudio. Como conclusión final, en este trabajo se demuestra la detección simultánea de protopina y α -Tocoferol en la savia bruta de *Bocconia frutescens* L, corroborando el poder resolutivo de GC-MS para la determinación de compuestos lipofílicos. El hallazgo de estos compuestos en la savia puede ser correlacionado con la efectividad de este recurso etnobotánico para tratar afecciones de la piel.

Suarez Lazo (2010) investigó sobre el hecho que el *Trichophyton rubrum* es el principal causante de dermatomicosis, para este hongo se han utilizado fármacos sintéticos los cuales presentan efectos colaterales y además su eficacia es variable. La medicina popular emplea extractos de *Bocconia frutescens* L. para muchos problemas de dermatitis infecciosa. En este estudio se hace una evaluación antifúngica in vitro de 3 partes de *Bocconia frutescens* L, las cuales son: hoja, tallo y semilla contra cepas de *Trichophyton rubrum* que son patógenas para el ser humano. Se obtuvieron los extractos de cada parte de la planta con extracción Soxhlet,

empleando etanol al 95% como disolvente; en la preparación de los agentes se usó agar P.D.A.; inoculándose el hongo en la parte central de cada placa Petri con la finalidad de medir el desarrollo del crecimiento del diámetro en un tiempo de 15 días. Se hizo una prueba de Kruskal-Wallis, análisis multifactor anova, prueba de Tukey y análisis del DL50 y DL100. Se concluyó que *T. rubrum* es susceptible in vitro a los tres extractos ensayados de *B. frutescens* L, determinándose que el efecto del tallo es diferente al de la hoja, el tallo es diferente a la semilla y la hoja igual a la semilla. Con estos resultados se puede considerar a esta especie como fuente natural potencial de compuestos antimicóticos y se sugiere a que se realicen más bioensayos, así como análisis fitoquímicos con la finalidad de obtener el porcentaje de componentes en cada parte de la especie vegetal.

Valencia et al. (2007) estudiaron la acción insecticida de *Bocconia frutescens* L. sobre el insecto plaga *Hypothenemus hampei* F. que afecta el cultivo del café ocasionando cuantiosas pérdidas a los productores. Hicieron extractos de hojas, semillas y corteza a concentraciones de 2000 ppm, 1000 ppm y 500 ppm, determinando que el extracto de corteza tuvo mayor efecto insecticida. Luego se estudió el efecto de un extracto abundante en alcaloides, determinando un efecto insecticida del 15%. También se obtuvo la presencia de alcaloides por los métodos de Cain, y A. Sanabria. Diseñaron un método para determinar el efecto insecticida de plantas que se supone ricas en alcaloides contra *Hypothenemus hampei* F. El mayor efecto insecticida la demostró la corteza de *Bocconia frutescens* L, con un 77.8% de mortalidad en una concentración de 2000 ppm, en comparación con las hojas (62.2%) y en semillas (64.4%) a igual concentración. El extracto de corteza con abundantes alcaloides manifiesta efecto insecticida del 15.5%, lo cual sugiere que estos alcaloides complementan el efecto insecticida. La más amplia capacidad insecticida la presentan los extractos crudos de partes de la planta en referencia a sus fraccionamientos.

Sánchez et al. (2006) estudiaron la fitoquímica de las partes aéreas de *Bocconia frutescens* L. y la actividad biológica de sus extractos para corroborar su uso en medicina tradicional. Las partes aéreas de esta planta son utilizadas en infusión o pulverizadas. Ensayaron pruebas cualitativas en hojas y tallos, con reacciones de coloración y precipitación. Los resultados de las pruebas cualitativas dieron los siguientes resultados; en hojas (alcaloides, métodos Web y Cain; saponinas y triterpenos, método Cain; esteroides), en tallos (alcaloides, método Web). En la identificación de metabolitos secundarios, se aislaron las siguientes sustancias: (+-)-6-acetonildihidrosanguinarina (1), (+-)-6-acetonildihidroqueleritrina (2a), dihidroqueleritrina (2b), acetato de b-amirina y 2-decanol. El método biológico para evaluación fue el de difusión en disco. Los microorganismos empleados para esta prueba fueron *Staphylococcus aureus* (ATCC 4012), *Bacillus subtilis* (ATCC 465), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 260) y *Escherichia coli* (ATCC 128). Estos microorganismos fueron inoculados en 5 ml de Trypticase. Los casos positivos se determinaron por una zona de inhibición del disco que contiene el extracto. Referente a la actividad antimicrobiana, mostraron notoriamente la acción del extracto de hoja en etanol, igualmente el extracto de tallo en hexano sobre *S. aureus* (Gram positivo) y *E. coli* (Gram negativo). El extracto de hoja con hexano y el extracto de tallo con CH₂Cl₂ mostraron una actividad moderada. No obstante, la concentración no fue suficiente para provocar una actividad evidente en los cultivos de *P. aeruginosa* y *B. subtilis*. Considerando que los extractos de *Bocconia frutescens* L. muestran actividad contra estos microorganismos (*S. aureus*, *E. coli*) el uso en la medicina tradicional tiene sustento. En cuanto a la prueba de difusión en disco de los cuatro compuestos purificados aislados de las hojas de *B. frutescens* L. para determinar una posible actividad antibacteriana, ninguno de los compuestos puros mostró efectos inhibidores sobre las bacterias, podría ser por los siguientes factores: (a) la actividad es por acción sinérgica; b) la sustancia activa resulta de la transformación metabólica de los productos aislados; (c) los metabolitos aislados realmente no

tienen actividad contra las bacterias utilizadas. Concluyeron que, debido a los diferentes tipos de compuestos observados en pruebas fitoquímicas como alcaloides, saponinas, terpenos y esteroides, se estableció el valor medicinal de esta especie, en acción sinérgica.

Rosales Hernández (2004) determinó la actividad antimicrobiana por la técnica de Azul Alamar sobre la cepa H37Rv de *Mycobacterium tuberculosis*, en la tesis de Maestro en Microbiología en la Universidad Autónoma de Nuevo León, México; encontrando que los extractos hexánico y metanólico de las hojas de *B. frutescens* L, tienen una concentración mínima inhibitoria (MIC) de 125 µg/ml, mientras que los demás extractos probados no mostraron actividad contra *M. tuberculosis*. Los resultados muestran que el extracto metanólico de las hojas de *Bocconia frutescens* L. presenta efecto contra *M. tuberculosis*, así como actividad estimuladora en macrófagos. En lo referente al extracto hexánico de hojas de *Bocconia frutescens* L. muestran efecto solo contra *M. tuberculosis*, no actividad sobre los macrófagos. Los ensayos de identificación parcial de metabolitos en los extractos con efectos mostraron que el extracto metanólico de *Bocconia frutescens* L. presenta sesquiterpenlactonas, oxhidrilos fenólicos, grupos carbonilo, cumarinas, carbohidratos, lactonas y alcaloides, careciendo de flavonoides y esteroides.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Especie *Rumex obtusifolius* L. (zarzaparrilla)

2.2.1.1. Clasificación Sistemática.

Dominio. Eucariota

Reino. Plantae

Subreino. Tracheobionta

División. Magnoliophyta

Clase. Magnoliopsida

Subclase. Caryophyllidae

Orden. Caryophyllales

Familia. Polygonaceae

Género. *Rumex*

Especie. *Rumex obtusifolius* L.

Fuente: Campos De la Cruz (2022)

2.2.1.2. Descripción morfológica.

Planta que crece en forma permanente, mide entre 60 a 200 cm. Las hojas tienen formas ovado-oblongas, cordadas o subcordadas en su base, con el limbo menor no tan largo como el peciolo; este peciolo en las hojas basales es canaliculado en su zona próxima a la hoja. Las flores tienen 6 piezas sepaloideas; en las cuales las internas son acrescentes en la fructificación teniendo 3 valvas cordiformes y dientes triangulares de hasta 2 mm, en formas irregulares y numerosos; con al menos una valva con un tubérculo desarrollado. La inflorescencia muestra flores agrupadas en verticilos distantes entre ellos (Herbario de la Universidad Pública de Navarra, 2023).

2.2.1.3. Hábitat.

Rumex obtusifolius L. es una especie con una distribución original subatlántica-sur de Europa, pero ahora ampliamente distribuida en todo el mundo (Herbario de la Universidad Pública de Navarra, 2023).

El hábitat es rural, en los caminos y acequias, desde nivel del mar hasta cordillera alta, en asentamientos rurales, vertederos, siegas de césped abonadas, cultivos, en suelos arcillosos frescos, húmedos, ricos en compuestos nitrogenados, neutros (Un mundo ecosostenible, 2023). Se encuentra en la región andina del Perú.

2.2.1.4. Usos tradicionales.

Las especies *Rumex*, son de la familia Polygonaceae, con algo de 200 especies distribuidas a nivel mundial. La palabra *Rumex* proviene del latín dardo, por la forma de sus hojas. Se han

realizado estudios etnobotánicos e informes de literatura etnofarmacológica que tratan sobre la aparición y los usos tradicionales de *Rumex* (Cakilcioglu y Türkoglu, 2010).

Como información general de estudios realizados, es posible mencionar que las plantas que pertenecen a Polygonaceae producen una gran cantidad de metabolitos secundarios importantes, como antraquinonas, naftalenos, estilbenoides, esteroides, glucósidos flavonoides, leucoantocianidinas y ácidos fenólicos (Liang et al., 2010; El-Hawary et al., 2011; Gescher et al., 2011).

Las partes aéreas, raíces y hojas son empleadas en medicina tradicional para diversas dolencias y afecciones en la salud, tal es el caso de estreñimiento, infecciones, diabetes leve, edema, diarrea, ictericia, diurético, antihipertensivo, analgésico, inflamación de la vesícula biliar, etc. El género *Rumex* ha atraído la atención de muchos investigadores por sus fitoconstituyentes y propiedades medicinales. Los extractos de estas plantas, y compuestos aislados de ellos, se ha demostrado que poseen diversas actividades farmacológicas, como antiinflamatorio, antioxidante, antitumoral, antibacteriano, antiviral y antifúngico propiedades in vitro e in vivo (Gautam et al., 2010; Liang et al., 2010; Yan et al., 2011).

En uso medicinal, las hojas se utilizan y suelen aplicarse externamente como remedio rústico en el tratamiento de ampollas, quemaduras y escaldaduras. La raíz contiene tanino y es astringente y depurativa de la sangre. También de la raíz se obtiene un té que se ha utilizado en el tratamiento de la ictericia, la tos ferina, los forúnculos y las hemorragias. También se prepara una infusión de la raíz y se ha utilizado para tratar erupciones cutáneas, especialmente en niños (Un mundo ecosostenible, 2023).

Vasas et al. (2015) hicieron una compilación de algunos estudios realizados por diferentes investigadores sobre variedades de *Rumex*, incluyendo *R. obtusifolius* L, llegando a la conclusión que algunas especies de *Rumex* son una buena fuente en la medicina tradicional para el tratamiento de la inflamación, el cáncer y diferentes infecciones bacterianas,

proporcionando nuevos conocimientos para futuras investigaciones prometedoras sobre compuestos aislados, especialmente quercetina 3-O-glucósido, emodina, nepodina, toracrisona y trans-resveratrol para encontrar nuevos tratamientos y ayudar al descubrimiento de fármacos. Además, analizar si hay efectos de hepatoprotector, antiviral y antidiabético; estas actividades deben ser prioritarias en futuros estudios farmacológicos. No obstante, para emplear especies de *Rumex* con la finalidad de prevenir o tratar diversas enfermedades, se necesitan estudios farmacológicos adicionales para determinar el mecanismo de acción, seguridad y eficacia de los mismos antes de iniciar los ensayos clínicos, indicaron.

2.2.2. Especie *Bocconia Frutescens* L. (yanali)

2.2.2.1. Clasificación sistemática.

Dominio. Eucariota

Reino. Plantae

División. Angiospermae

Clase. Equisetopsida

Subclase. Magnollidae

Superorden. Ranunculanae

Orden. Ranunculales

Familia. Papaveraceae

Género. *Bocconia*

Especie. *Bocconia frutescens* L.

Fuente: Campos De la Cruz (2022)

2.2.2.2. Descripción morfológica.

Árboles o arbustos desde 4 hasta 6 m de altura; longitud de las hojas de 5 a 45 cm, ancho de 3.5 a 28 cm, pecioladas; variadamente partidas o enteras; el haz glabro,

el envés piloso; los márgenes repando dentados o serrados a sub-enteros, inflorescencias laxas (Thornton-Wood, 2019).

Vibrans (2009) describe como un arbusto, con látex amarillo o anaranjado, de un tamaño de hasta 7 m de alto, con hojas alternas, variables en forma y tamaño, de 15 a 35 cm de largo (raramente hasta 60 cm) y de 10 a 30 cm de ancho, dividido en lóbulos irregulares, anchos (no más de 3 veces más largos que anchos), de ápice variable y márgenes desde enteros hasta algo aserrados, a veces con pelos (de color café o gris) en la cara inferior. Los pecíolos de hasta 6 cm de largo, concentradas en los extremos de las ramas. Tiene numerosas flores sobre pedicelos de hasta 1.2 cm de largo, dispuestas en panículas de 25 a 60 cm de largo, ubicadas en las puntas de las ramas. El cáliz de 2 sépalos de aproximadamente 1 cm de largo, puntiagudos; los pétalos ausentes; estambres 12 a 16, filamentos cortos y finos, anteras alargadas. El fruto es una cápsula elipsoide, lisa, de hasta 7 mm de largo, sobre un estípite de hasta 8 mm de largo (generalmente curvado), y con el estilo persistente y engrosado (de hasta 4 mm de largo), en la madurez se abre en dos para dejar salir una semilla marrón oscura a negra, de un tejido pulposo (arilo) en la base.

2.2.2.3. Hábitat.

Este arbusto es típico de los paisajes de regiones húmedas y templadas. Se distribuye desde México, Panamá, Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú, Bolivia hasta Argentina (Thornton-Wood, 2019).

Originaria de América tropical, está presente en climas cálido, semicálido y templado entre los 200 a los 2600 msnm. Asociada a vegetación perturbada de bosques tropicales caducifolio y perennifolio, así como a bosques mesófilo de montaña, bosque de encino y mixto de pino-encino (Biblioteca digital de la Medicina Tradicional Mexicana, 2009).

2.2.2.4. Usos tradicionales.

La hoja joven se utiliza contra pterigio (tejido carnoso que crece en forma de cuña sobre la parte blanca del ojo) (Boyd, 2016) y como fungicida, los frutos en decocción se usan contra hemorroides, menopausia, pterigio. El latex se recomienda para sanar heridas, antibiótico (Herbario Universidad de Antioquia, 2016).

2.2.3. *Staphylococcus aureus*

2.2.3.1. Clasificación taxonómica.

Dominio. Bacteria

Filo. Firmicutes

Clase. Bacilli

Orden. Bacillales

Familia. Staphylococcaceae

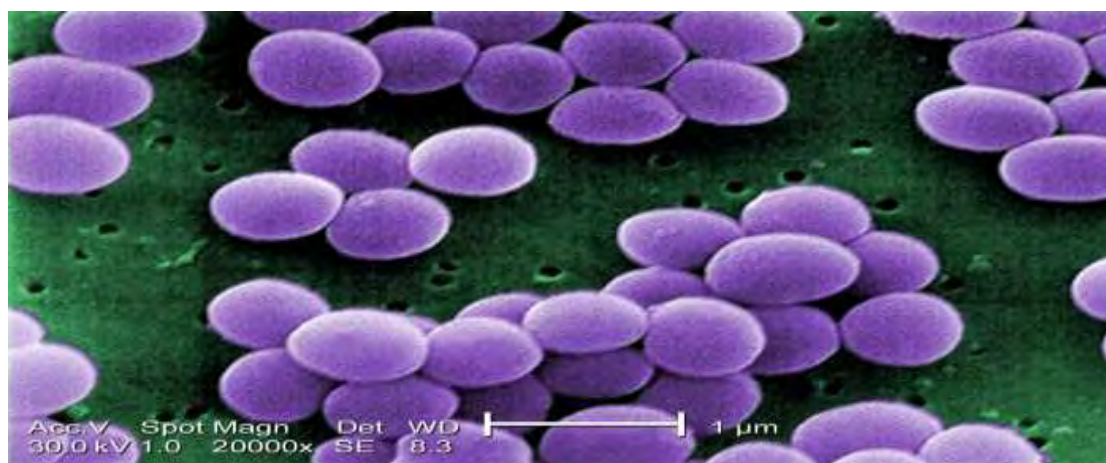
Género. *Staphylococcus*

Especie. *S. aureus*

Fuente: Castellanos (2022)

Figura 1

Staphylococcus aureus.



Fuente. Biblioteca de imágenes de salud pública de los CDC. (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades) (PHIL. 2001).

2.2.3.2. Descripción morfológica.

Esta bacteria pertenece al grupo de las Gram-positivas, presenta una forma redondeada, de coco. Tiene tamaño pequeño de entre 0,8 a 1,5 micras, carece de flagelos sin ninguna capacidad para movilizarse, es una bacteria estática, inmóvil. Tiene una propiedad importante al poder construir una envoltura capsular de tipo mucoide, que emplea para producir procesos infecciosos y eludir a los medicamentos antimicrobianos. Al ser sometida al proceso de coloración de Gram, adquiere colores azulados, característicos de las Gram- positivos, al retener el colorante en la gruesa capa de peptidoglucano que tiene su pared celular. La temperatura ideal de crecimiento es próxima a los 35 °C. Es un organismo anaerobio facultativo, por lo que puede realizar su metabolismo en presencia o ausencia de oxígeno, es una de las bacterias más resistentes (Cervantes et al., 2014).

2.2.3.3. Hábitat.

S. aureus es un microorganismo que vive en forma natural, como comensal, en los seres humanos y animales de sangre caliente. Concretamente habita en la piel, axilas, mucosas de la región nasofaríngea, pliegues inguinales. Generalmente puede multiplicarse muy rápido en la mucosa de la nariz y considerando la actitud de las personas de poner los dedos en esa zona con alguna frecuencia pasa de las manos y puede dispersarse fácilmente de persona a persona. También hay que tener presente que puede vivir en superficies de materiales inanimados, como metales, paredes y hasta en sábanas. Es posible que también pueda estar en alimentos, por lo que es recomendable el monitoreo frecuente, más aún en productos frescos y crudos como quesos, leche, embutidos, etc. Una alta carga de este microorganismo en los alimentos puede causar una intoxicación alimentaria por la producción de toxinas (Cervantes et al., 2014).

2.2.3.4. Enfermedades provocadas por *S. aureus*.

Staphylococcus aureus se caracteriza por ser la principal causa de bacteriemia nosocomial en el mundo, debido al incremento en la resistencia, a los diferentes factores de

patogenicidad y virulencia y la expresión de una gran variedad de proteínas las cuales pertenecen a las moléculas de la matriz adhesiva (MSCRAMM), presentes en la superficie de la bacteria cuya función es la colonización e invasión celular al hospedero y favorecer la formación de biopelícula. El conjunto de estos mecanismos de patogenicidad y virulencia, le permiten a la bacteria persistir en el huésped y en el ambiente, sobreviviendo a factores adversos, al sistema inmune y a los antimicrobianos (Pasachova et al., 2019).

La bacteria *Staphylococcus aureus* en el medio ambiente tiene gran resistencia, está muy distribuida en la naturaleza. Es frecuente que esté en personas y animales por lo que se considera que son su principal reservorio. Es común encontrar esta bacteria en la nariz o la piel de personas sanas. No obstante, en la mayoría de veces no provoca serios inconvenientes en la salud, causando en la piel infecciones menores. Sin embargo, se complica tremendamente si a causa de las infecciones la bacteria logra ingresar al organismo y al torrente sanguíneo, huesos, pulmones, articulaciones o corazón. Se reporta que muchas personas sanas desarrollan infecciones por esta bacteria que podrían poner en serios riesgos la vida. Produce infecciones locales de la piel y las mucosas (impétigo, foliculitis, forunculosis, conjuntivitis, etc.), e infecciones internas que se complican en individuos inmunodeprimidos, pudiendo producir endocarditis, meningitis, artritis séptica, neumonía y osteomielitis, con riesgo de llegar a ser mortales (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo, Madrid 2021).

Por lo general, para el tratamiento, el uso de antibióticos es lo que se emplea, también se recomienda limpiar la zona infectada. Pero, hay que tener presente que algunas infecciones por estafilococo se pueden volver resistentes a los antibióticos y no responden al tratamiento. Para tratar las infecciones por estafilococo resistentes a los antibióticos, es posible que los proveedores de atención médica deban usar antibióticos que pueden causar más efectos secundarios (Hurtado et al., 2002).

2.2.4. *Escherichia coli*

2.2.4.1. Clasificación taxonómica.

Dominio. Bacteria

Filo. Proteobacteria

Clase. Gammaproteobacteria

Orden. Enterobacterales

Familia. Enterobacteriaceae

Género. *Escherichia*

Especie. *Escherichia coli*

Fuente. Pontificia Universidad Católica del Ecuador (2019).

Figura 2

Escherichia coli



Fuente. Betelgeux (2016).

2.2.4.2. Descripción morfológica.

Tiene la característica de tener bacilos Gram negativos, que no esporulan. Al ser una bacteria Gram negativa, la parte externa de cubierta de esta bacteria está formada por tres elementos que son, la membrana citoplasmática, la membrana externa y entre ambas membranas un espacio periplásmico formado por péptido-glucano. Esta última estructura

confiere a la bacteria su forma y rigidez, y le permite resistir presiones osmóticas ambientales relativamente elevadas (Canet, 2016).

Las *E. coli* son bacterias Gram negativas con forma de bastón que pertenecen a la familia Enterobacteriaceae (Food and Drug Administration, 2012).

2.2.4.3. Hábitat

Por lo general, la bacteria *Escherichia coli* (*E. coli*) vive en los intestinos de las personas y de los animales sanos (Mayo Clinic, 2022).

2.2.4.4. Enfermedades provocadas por *E. coli*.

Los calambres abdominales y diarrea son síntomas de enfermedades ocasionadas por *E. coli*, que produce la toxina Shiga, y puede llevar en algunas ocasiones a una diarrea sanguinolenta (colitis hemorrágica). Es posible que ocasione otros síntomas como vómitos y fiebre. La incubación de la bacteria varía entre tres y ocho días, con un promedio de entre tres y cuatro días. En un periodo de diez días se pueden recuperar las personas afectadas, no obstante, se puede dar que, en algunos casos minoritarios, generalmente en ancianos y niños pequeños, la infección puede llevar a una complicación y ser mortal, como el síndrome hemolítico urémico (SHU), que se caracteriza por insuficiencia renal aguda, anemia hemolítica y trombocitopenia que es la deficiencia de plaquetas. Entre los pacientes con infección por *E. coli*, productora de la toxina Shiga, se considera que en un 10% pueden desarrollar síndrome hemolítico urémico con letalidad de entre el 3% a 5%. En niños pequeños, el SHU es la causa más frecuente de insuficiencia renal aguda. En un 25% de pacientes con SHU pueden tener problemas neurológicos como accidente cerebrovascular, coma, convulsiones; y en un 50% de los sobrevivientes secuelas renales crónicas, aunque leves. Los afectados por calambres abdominales o diarrea sanguinolenta deben recurrir a la atención médica. Los antibióticos no deben formar parte del tratamiento de los pacientes con enfermedad por *E. coli* productora de toxina Shiga, y posiblemente aumentan el riesgo de SHU posteriormente (OMS, 2018). En

patología humana se tienen varias cepas de *E. coli* que muestran virulencia marcada. Son agentes causantes de gastroenteritis infantil, con más frecuencia en países con menores recursos económicos, ocasionando el fallecimiento de alrededor de un millón de niños anualmente por la deshidratación y otras patologías. Se considera como primera técnica a la caracterización de serotipos que hace posible diferenciar las diversas cepas patógenas de las comensales, se realiza por un estudio de las propiedades de afectación a la salud que están relacionadas con la capacidad patogénica de *E. coli*. Se consideran varios factores que producen la capacidad patogénica de *E. coli*, como el mecanismo de fijación, que está relacionada con la presencia de fimbrias, dando la capacidad de fijarse específicamente hacia un receptor celular. Los finos filamentos proteicos de las fimbrias ubicados alrededor de la bacteria tienen una terminación que se adhiere al receptor celular. La adhesión es realizada por una proteína de la membrana exterior conocida como intimina, que juega un papel fundamental en el anclaje de la bacteria en las células epiteliales de los huéspedes, configurando el inicio de la colonización. La bacteria se adhiere primeramente a una célula intestinal blanco uniéndose y encajando con su receptor, llamado receptor translocador de intimina (Tir, por sus siglas en inglés), situado en la membrana de la célula epitelial huésped. Al unir sus proteínas intiminas a las proteínas Tir insertadas la bacteria se adhiere a las células intestinales. El complejo proteico muestra prolongaciones rígidas de adhesión en el extremo de la intimina, estirándose para sujetar al receptor. Los filamentos proteicos, fimbrias, están doblados de una forma que le confieren capacidad de asir la bacteria a la superficie de la célula intestinal. El análisis estructural muestra que cada Tir está formado por dos unidades, conformando una estructura denominado dímero. Esta dimerización enlaza al sistema, semejando a una cerradura de cierre que se junta una con otra. La fuerza de adhesión es débil cuando sólo se tiene un par de puntas enlazadas, no siendo así si se tiene un grupo de ellas que permiten buena adhesión. Al unirse a la célula intestinal, la bacteria utiliza probablemente innumerables uniones entre intimina y Tir, y puesto que *E.*

coli es una bacteria de gran tamaño, cuando se tienen muchos de estos complejos uniendo la bacteria a la superficie se consigue, dada la resistencia de estos elementos, una fuerte adherencia (Canet, 2016).

2.2.5. *Salmonella Typhimurium*

2.2.5.1. Clasificación taxonómica.

Reino. Bacteria

Filo. Proteobacteria

Clase. Gammaproteobacteria

Orden. Enterobacterales

Familia. Enterobacteriaceae

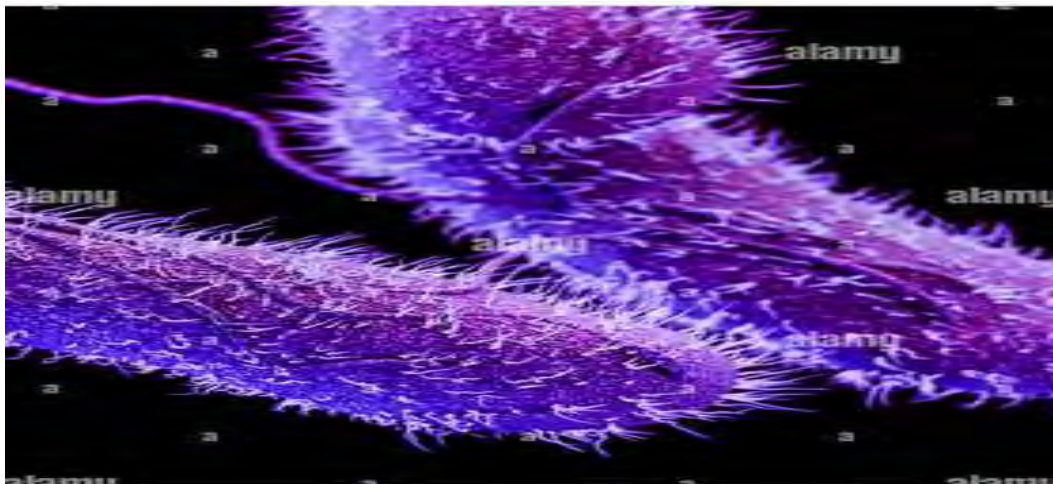
Género. *Salmonella*

Especie. *S. typhimurium*

Fuente: <https://es.slideshare.net/>

Figura 3

Salmonella typhimurium



Fuente. Phanie / Alamy Foto de stock (Philippe Voisin, 2019).

2.2.5.2. Descripción morfológica.

Salmonella typhimurium es una bacteria patógena, específicamente es un microorganismo unicelular semejante a una barra corta. Es negativa ya que así lo determina la

tinción de Gram. Tiene una membrana plasmática la cual está rodeada por una pared celular delgada de peptidoglicano conjuntamente con otra membrana plasmática externa. Carece de núcleo definido, característica de las bacterias, se desplaza debido a la presencia de flagelos ubicados alrededor, denominados flagelos peritricos. La membrana externa tiene una función importante, ya que allí se generan las cadenas proteicas que son reconocidas por los receptores específicos de la superficie de las células epiteliales del intestino, conocidas como adhesinas. Es así que la bacteria se adhiere en la pared intestinal. El material genético, ADN, se ubica en un cromosoma circular. En la *Salmonella typhimurium* no hay formación de cápsula. Adicionalmente, tiene un plasmidio o anillo pequeño de ADN que aporta información genética extra, especialmente vinculada con su capacidad de causar la enfermedad (Lifeder, 2022).

2.2.5.3. Hábitat.

Salmonella typhimurium está distribuida mundialmente. Tiene por hábitat en diferentes huéspedes, como ganado bovino y porcino, aves, perros, gatos, roedores, tortugas, iguanas y en el ser humano. Posee la capacidad de permanecer y sobrevivir en zonas contaminadas por heces de dichos animales, como en el suelo, agua, acero inoxidable, cerámica, cáscaras de frutas y verduras. Su óptimo de temperatura es entre 35° y 43 °C. Sin embargo, es capaz de sobrevivir a temperaturas bajas hasta 5,2 °C y mueren a temperaturas superiores a 46,2 °C. Por otra parte, para su supervivencia requieren de humedad en la superficie donde habitan (Lifeder, 2022).

2.2.5.4. Enfermedades provocadas por *S. typhimurium*.

Salmonella typhimurium causa la salmonelosis, o más genéricamente, gastroenteritis. La enfermedad ataca a seres humanos y a otras especies animales. Se genera por la acción de la bacteria al alojarse en el intestino delgado, debido a que invade el epitelio del intestino generando una enterotoxina que ingresa a las células del mismo. Esta enterotoxina tiene un 98% de similitud a la enterotoxina de *Vibrio cholerae*, generadora del cólera (CT). Se calcula

que hay una incidencia de más de 1,300 millones de casos de gastroenteritis anualmente en el mundo. En un promedio de 3 millones de casos la enfermedad es mortal (Lifeder, 2022).

Si la infección por *Salmonella typhimurium* ingresa al torrente sanguíneo (bacteriemia), puede infectar tejidos en todo el cuerpo, entre ellos:

- El sistema urinario (infección de las vías urinarias)
- Los tejidos que rodean el cerebro y la médula espinal (meningitis)
- El revestimiento del corazón o las válvulas (endocarditis)
- Los huesos o la médula ósea (osteomielitis)
- El revestimiento de los vasos sanguíneos, en especial si tuviste un injerto vascular, como una cirugía de bypass en vasos del corazón (Mayo Clinic Healthy, 2022).

Tabla 1

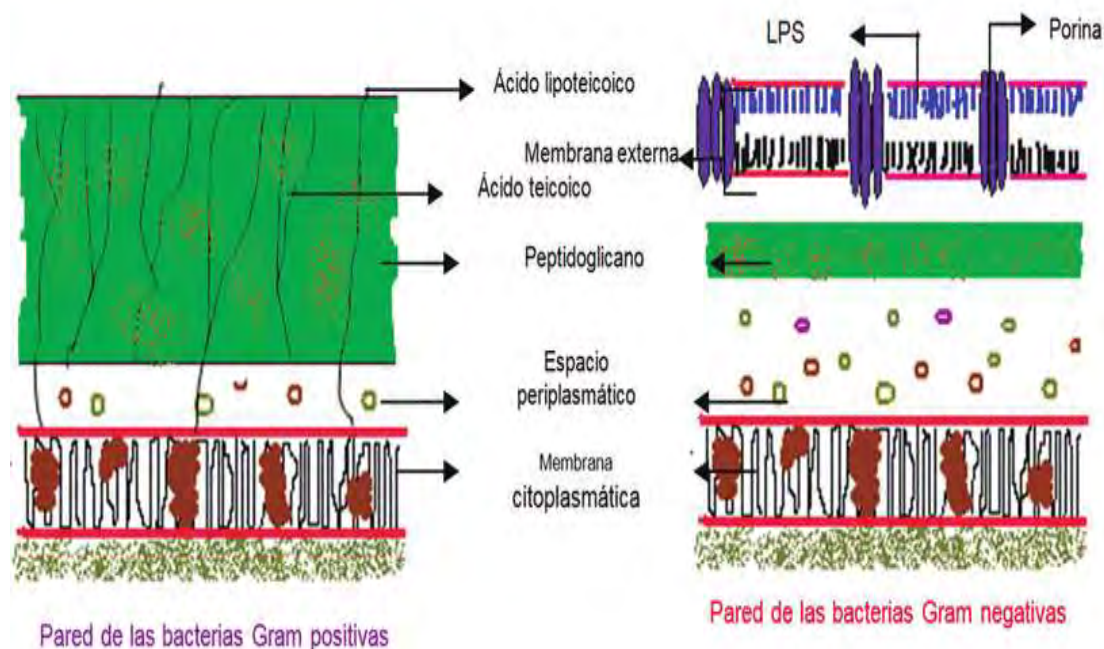
Diferencia de Pared celular entre bacteria Gram Positiva y Gram Negativa

Características	Gram positiva	Gram negativa
Coloración	Azul violeta	Rojas a rosas
Grosor de la pared celular	Gruesa (de 0,02 a 0.06 μm)	Delgada (0,01 μm)
Estructura de la pared bacteriana	Varias capas de peptidoglicano, ácidos teicoicos, lipoteicoicos y teicuronicos	Una capa fina de peptidoglicano, proteínas, lipoproteínas y fosfolípidos
Espacio periplasmático	Delgado	Grueso
Membrana externa	Ausente	Presente
Endotoxinas	Ausente, formación de complejo peptidoglicano + ácidos teicoicos con funciones similares	Presentes: Lipopolisacáridos (LPS)
Susceptibilidad a antibióticos que atacan la pared celular (penicilinas)	Susceptible	Resistente

Fuente. www.paradals-sphynx.com

Figura 4

Estructura de la pared bacteriana de Gram positivas y Gram negativas



Fuente. Corrales et al. (2008).

Ambas paredes celulares tienen peptidoglucano, siendo mayor en las Gram positivas.

El peptidoglucano es un polisacárido formado por dos derivados de glucosa, N-acetilglucosamina (NAG) y ácido N-acetilmurámico (NAM), en forma alterna en cadenas largas. Las cadenas van reticuladas entre ellas por un tetrapéptido que sobrepasa fuera de la unidad de azúcar NAM, facilitando que se genere una estructura reticular. Los cuatro aminoácidos conformantes del tetrapéptido son: L-alanina, D-glutamina, L-lisina (ácido meso-diaminopimérico, DPA) y D-alanina. Es posible que los tetrapéptidos se puedan reticular entre sí, con D-alanina en un tetrapéptido uniéndose a L-lisina/DPA en otro tetrapéptido. En varias bacterias gram positivas tienen un puente cruzado de cinco aminoácidos, ejemplo la glicina (péptido interbridge) que facilita la conexión de un tetrapéptido a otro. En cualquier caso, la reticulación sirve para aumentar la resistencia de la estructura general, con más fuerza derivada de la reticulación completa, donde cada tetrapéptido está unido de alguna manera a un tetrapéptido en otra cadena NAG-NAM (Instituto Tecnológico de Veracruz, 2023).

2.2.6. Desinfectante

2.2.6.1. Desinfectante sintético.

Según el Instituto Nacional del Cáncer de E.E.U.U. (2016), se denomina desinfectante a un producto o sustancia empleada para inactivar microorganismos patógenos, tales como bacterias, virus u otros microbios que generan infecciones y enfermedades al ser humano y animales. Son empleados en superficies inanimadas, objetos, no en seres vivos. Generalmente son productos químicos que deben ser usados con cuidado, pero también puede usarse el calor o radiación como agente desinfectante en un objeto.

En referencia a antiséptico, desinfectante y estructura química, Font (2001) plantea la conveniencia de diferenciar los términos de antiséptico y desinfectante, en el sentido que el antiséptico es usado sobre tejido vivo para inactivar microorganismos y el desinfectante es utilizado con la misma finalidad en objetos inanimados. No obstante, un mismo compuesto puede ser usado como antiséptico o desinfectante al no producir efectos secundarios en la zona viva, como la piel, mucosas, ni toxicidad por absorción y no sea afectado por materia orgánica, en base a tener una composición y concentración adecuada para tal finalidad, en este caso el antiséptico debe tener menor concentración.

Según Contyquim (2022) en base a la estructura química se puede clasificar a los desinfectantes de la siguiente forma:

- Agentes oxidantes: agua oxigenada y permanganato de potasio
- Ácidos: ácido acético y ácido bórico
- Alcoholes: alcohol isopropílico y alcohol etílico
- Aldehídos: formaldehído y glutaraldehído
- Biguanidas: clorhexidina, alexidina y polihexametilenbiguanida
- Derivados clorados: hipoclorito de sodio, halazona, succinlorimida y clorazodina

- Derivados fenólicos: fenol, cresol, triclosán y hexaclorofeno
- Derivados de plata: nitrato de plata y sulfadiazina argéntica
- Derivados de mercurio: mercurocromo y tiomersal
- Derivados yodados: yodo metaloide, yodoformo y vioformo
- Detergentes catiónicos: cetrimide, cloruro de benzetonio y cloruro de benzalconio

En forma general se puede afirmar que el efecto antimicrobiano de estos desinfectantes está basado en hacer vulnerables las estructuras de protección de estas formas microscópicas. Modificar la estructura de las paredes celulares o de las cápsides permite el acceso al interior de estos organismos, para que el desinfectante continúe su efecto frente a otras estructuras como el ADN y alteren el funcionamiento normal de estas células o que, incluso, la acción mecánica de la entrada de agua a través de la membrana celular provoque la muerte de las bacterias (Vilamajó, 2007).

2.2.6.2. Desinfectante natural.

Según Domingo y López-Brea (2003), la utilización de sustancias naturales en el tratamiento preventivo como desinfectante para combatir el surgimiento de diversas enfermedades y dolencias, también las de naturaleza infecciosa, constituye actualmente un reto en la medicina y se debe considerar como una alternativa, más aún para evitar enfermedades que por ahora no tienen un alivio y tratamiento adecuado. La Real Academia Española conceptúa como “natural” a lo concerniente a la “naturaleza o relacionado a la naturaleza”, cuya definición abarca varios aspectos. Indudablemente se tiene que considerar que el reino vegetal tiene mayor amplitud de sustancias con mucho potencial para ser usadas como antimicrobianos para superficies inanimadas y en el tratamiento de enfermedades humanas.

En lo referente a las estructuras de los desinfectantes naturales es necesario precisar que se considera que efecto bactericida es por sinergia de varios componentes, con diferentes estructuras, no necesariamente es un solo metabolito secundario el que actúa, en consideración que no todos los metabolitos tienen acción sobre la misma diana de la bacteria.

En general las plantas producen más de 100,000 productos naturales de bajo peso molecular, conocidos como metabolitos secundarios, que se diferencian de los primarios en que no son esenciales para la vida de la planta. Esta amplitud tan amplia es a consecuencia de adaptación y evolución en selección natural de las plantas para tener defensa adecuada y eficiente contra ataques de microorganismos, insectos, plagas u otros depredadores (Dixon, 2001).

2.2.7 Efecto Antimicrobiano de grupos químicos aislados de plantas

Las plantas presentan gran capacidad de sintetizar compuestos, muchos relacionados con el fenol y sus derivados (Domingo y López-Brea, 2003).

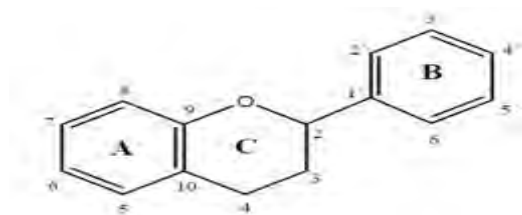
2.2.7.1. Fenoles y Glucósidos Fenólicos.

Se considera los siguientes:

- ***Compuestos fenólicos simples.***

Son los compuestos fitoquímicos más básicos, conformados por un anillo fenólico sustituido, por ejemplo, el pirogalol, catecol, ácidos cafeico y cinámico. La ubicación y cantidad de grupos hidroxilos (OH) en el anillo podrían tener relación con la capacidad toxica contra los microorganismos en forma directa, es decir que al incrementarse la hidroxilación aumenta la toxicidad. La forma de acción, mecanismo, podría ser por la inhibición enzimática de los compuestos oxidados, con reacciones de grupos sulfidrilo o interacciones no peculiares con proteínas. En este grupo se tiene a los aceites esenciales, que producen aromaticidad en algunas plantas y con capacidad antimicrobiana (Domingo y López-Brea, 2003).

Los flavonoides son metabolitos secundarios que se encuentran en algunos casos en forma abundante entre los compuestos fenólicos de plantas.

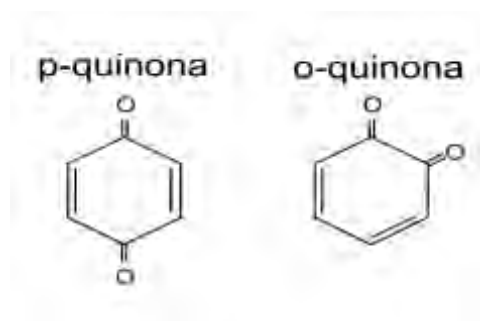


Estructura general de flavonoides

- **Quinonas.**

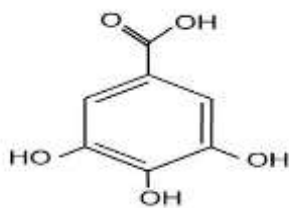
Son anillos aromáticos que presentan dos funciones ceto, están en varias partes en la naturaleza y ocasionan el color marrón de las frutas cuando se dejan abiertas o son dañadas; poseen gran reactividad con los aminoácidos hidrofílicos de las proteínas formando complejos, en muchas ocasiones, produciendo la inactivación (Domingo y López-Brea, 2003).

Como referencia se puede considerar las siguientes estructuras de quinonas:



- **Taninos.**

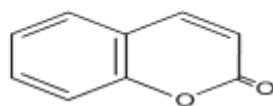
Son sustancias que se encuentran en extractos vegetales, tienen la capacidad de interactuar con las proteínas de la piel de animales impidiendo su putrefacción al convertirse en cuero. Forman un grupo de sustancias fenólicas poliméricas que se dividen en condensados e hidrolizables, dependiendo que sean o no hidrolizables. Se reportan más de 30 taninos capaces de inactivar bacterias y hongos (Cruz et al., 2001).



El ácido gálico es un tanino.

- ***Cumarinas.***

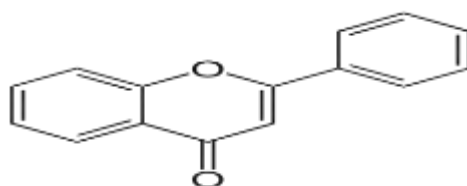
Son compuestos derivados de la benzo- α -pirona, como la cumarina propiamente dicha, la esculetina, la umbeliferona y la escopolotina. Se encuentran en las margarinas y poseen propiedades antitrombóticas, antiinflamatorias y vasodilatadoras. Como ejemplo está la warfarina, que es anticoagulante, de este grupo. El mecanismo antimicrobiano se debería a la interacción con el DNA eucariota, que da sentido al efecto antiviral (Domingo y López-Brea, 2003).



1,2 benzopirona

- ***Flavonas y compuestos relacionados.***

Las flavonas presentan estructuras fenólicas conteniendo un grupo carbonilo. Es una familia más extensa de fenoles naturales. La acción frente a microorganismos podría ser por la formación de complejos con proteínas solubles extracelulares, también con células de la pared bacteriana, igualmente que las quinonas (Domingo y López-Brea, 2003).



Flavona

2.2.7.2. Terpenos

Terpenos como carvacrol y timol, entre otros, muestran notorio efecto bactericida contra microorganismos del género *Mycobacterium*, pero es conveniente determinar interacciones de sinergismo con otros metabolitos y la posible actividad contra otras cepas patógenas (Bueno et al., 2009).

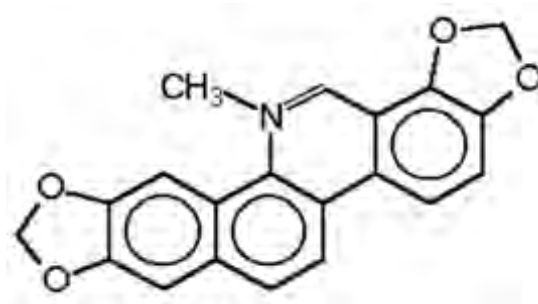


Isopreno (2-metil-1,3-butadieno)

2.2.7.3. Alcaloides.

Son compuestos que contienen nitrógenos heterocíclicos. La morfina, cocaína, heroína pertenecen a este grupo. Otro ejemplo son los derivados de la corteza de la *Cinchona officinalis* (quinona y quinidina) empleados para combatir la malaria. El probable mecanismo de acción de los alcaloides es por la intercalación de la pared celular con el DNA del microorganismo (Domingo y López-Brea, 2003).

El alcaloide sanguinarina (tipo benzofenantridina) aislado de las hojas de *Bocconia frutescens* da un indicativo de metabolito secundario presente (Rodríguez, 2004)



Sanguinarina

2.2.7.4. Otros compuestos, menos frecuentes, con efecto antimicrobiano.

Tabla 2

Compuestos menos frecuentes con efecto antimicrobiano

Clase	Compuesto	Planta/Sustancia	Actividad
Aldehido	Hexanal	Olea europea (olivo)	General
Saponinas		Panax ginseng	<i>E.coli</i> , <i>Staphylococcus</i> , hongos
Sulfóxidos	Alicina, otros.	Allium sativum (ajo)	<i>H. pylori</i>
Azúcares	Fructosa	Vaccinium (arándalo)	General
Azúcares	Glucosa, Fructosa	Miel	<i>S. aureus</i>
Mezcla compleja	Látex	Aloe vera (aloe)	<i>Corynebacterium</i> , <i>salmonella</i>
Alcanos	Poliacetileno	Bupleurum salicifolium	<i>S. aureus</i> , <i>B. subtilis</i>

Fuente. Domingo y López-Brea (2003).

Benites et al. (2019) indican que la cuota de mercado de productos naturales destinados a la limpieza y desinfección actualmente se encuentra entre 4 % y 5%. Esto representa un bajo porcentaje en comparación con productos similares sintéticos, los cuales prácticamente dominan este rubro, siendo fabricados por empresas grandes conocidas, para lo cual hacen intensas campañas de marketing en diversos medios para llegar a su público objetivo. Aunado a esto, se tiene el hecho de no tener fabricantes de desinfectantes naturales que puedan competir a ese nivel, lo cual genera desventaja para aumentar el uso de tales productos y tener mayor cuota en el mercado.

Actualmente se tiene mayor conciencia de las ventajas de productos naturales para desinfección y otros, pero falta investigar sobre las bondades de más productos, en muchas fuentes bibliográficas se hace mención sobre estudios de plantas para fines de desinfección,

como antibióticos, etc., pero en la mayoría de casos culmina allí, no continúa hasta llegar a un producto terminado como desinfectante.

2.2.7.5. Desinfectantes elaborados en base a productos naturales.

Podemos mencionar a una empresa peruana, Bioservice S.R.L., que fabrica y comercializa productos en Lima y provincias, basados en insumos naturales. Como ejemplo, de algunos productos, se tiene lo siguiente:

- BIODET D3

Es un detergente, desengrasante y pre-desinfectante ecológico natural compuesto por la combinación sinérgica de metabolitos secundarios activos obtenidos de vegetales como saponinas de sábila (Aloe vera), genapol (aceite de coco saponificado), cocoamida (aceite de coco etoxilado), ácido cítrico (extracto de limón) y cloruro de sodio. El producto tiene propiedades de ser surfactante y secuestrante de la estructura orgánica disminuyendo la tensión superficial y desnaturalizando las proteínas.

- BIODET DIGESA

Es un detergente pre-desinfectante de origen natural y biodegradable, es de naturaleza anfótera y no iónica debido a combinación sinérgica de sus principios activos extraídos de vegetales.

- BIOSANIT ECOLOGICO

Es un producto desinfectante natural, cuyos componentes de metabolitos secundarios activos como el ácido cítrico y aceites esenciales presentan acción sinérgica como viricida, microbicida, fungicida, bactericida y reguladores de pH para conseguir mayor penetración y efecto residual.

- BIOSANIT ALIMENTOS

Sanitizante natural de alimentos en general, presenta acción sinérgica de metabolitos secundarios obtenidos de plantas como: aceites esenciales, ácidos orgánicos naturales;

con acción viricida, fungicida y microbicida. Es un producto eficaz para la industria alimentaria.

- **BIOSANIT W DIGESA**

Es un desinfectante natural, potabilizador del agua, tiene poder residual, viricida, microbicida, fungicida y bactericida, presenta unión estable de principios activos naturales originados de la fermentación microbiana en componentes vegetales, obtenidos por biotecnología. Puede ser usado en salud pública, industria alimentaria, sector sanitario y asistencial, también en el sector farmacéutico, cosmético y desinfección vehicular.

Esto es como referencia sobre la posibilidad de tener productos terminados en base al desarrollo de productos naturales, el fabricante no da información sobre estructuras de estos productos.

2.2.8. Bacterias Espejo

Se están haciendo investigaciones sobre la posibilidad de formas de vida bacteriana creadas en base a moléculas biológicas que son imágenes especulares, es decir moléculas quirales, denominadas bacterias espejo. Esto podría producir importantes avances al generar mecanismos para estudios biológicos, creación de biomateriales, medicamentos y mejoras importantes en el área médica. No obstante, también significarían una transformación en referencia a la vida conocida por lo que se debe hacer un análisis exhaustivo del tema por la implicancia de que estas bacterias espejo serían distintas a un organismo natural, pudiendo interactuar de forma desconocida con la vida existente, lo cuál conlleva un riesgo y ser potencialmente dañinas (National Geographic, 2024).

2.2.9. Mecanismo de interacción polifenol-proteína

Keyvani-Ghamsari et al. (2023) indican que el ácido gálico es uno de los polifenoles vegetales más importantes con efectos antimicrobianos. Señalan también la existencia de estudios probatorios que el ácido gálico inhibe el crecimiento bacteriano al alterar la membrana

externa y pared celular, así como el metabolismo bacteriano, inhibe la formación de biopelículas, aumenta la producción de ROS (especies reactivas de oxígeno).

Los polifenoles, como el ácido gálico, pueden unirse a proteínas de forma no covalente o covalente (Quan et al., 2019), alterando la estructura y función de las proteínas.

La interacción, no covalente, por enlace de hidrógeno favorece la unión de los polifenoles con las proteínas. El enlace por puente de hidrógeno es mediante un átomo de hidrógeno que está entre un par de otros átomos con alta afinidad por electrones. Los polifenoles son donantes de hidrógeno, sus grupos hidroxilos pueden formar puente de hidrógeno por las interacciones con los grupos amino ($-NH_2$), hidroxilo (OH), carbonilo ($C=O$) de la cadena peptídica (Buitimea-Cantua et al., 2019).

La interacción covalente entre polifenoles y proteínas es irreversible (Le Bourvellec et al., 2012). Se inicia con la oxidación de polifenoles a quinonas electrofílicas, luego estas quinonas forman una reticulación covalente, pudiendo interactuar con grupos amino de proteínas, así como con los grupos sulfhidrilo, imidazol (Loc Bao et al., 2019).

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. *Marcha fitoquímica*

La marcha fitoquímica tiene una metodología generalizada para identificar grupos principales de metabolitos secundarios presentes en una muestra vegetal, extraídos mediante reactivos orgánicos e inorgánicos específicos, haciendo análisis químicos para detectar la presencia o ausencia de grupos de metabolitos secundarios, como alcaloides, flavonoides, fenoles, taninos, etc. Es un análisis cualitativo (Parra et al., 2016).

2.3.2. *Metabolitos primarios y secundarios*

Los metabolitos primarios son imprescindibles para la vida de la planta, tienen una activa participación en la fotosíntesis y respiración, siendo básicos en el crecimiento, desarrollo y

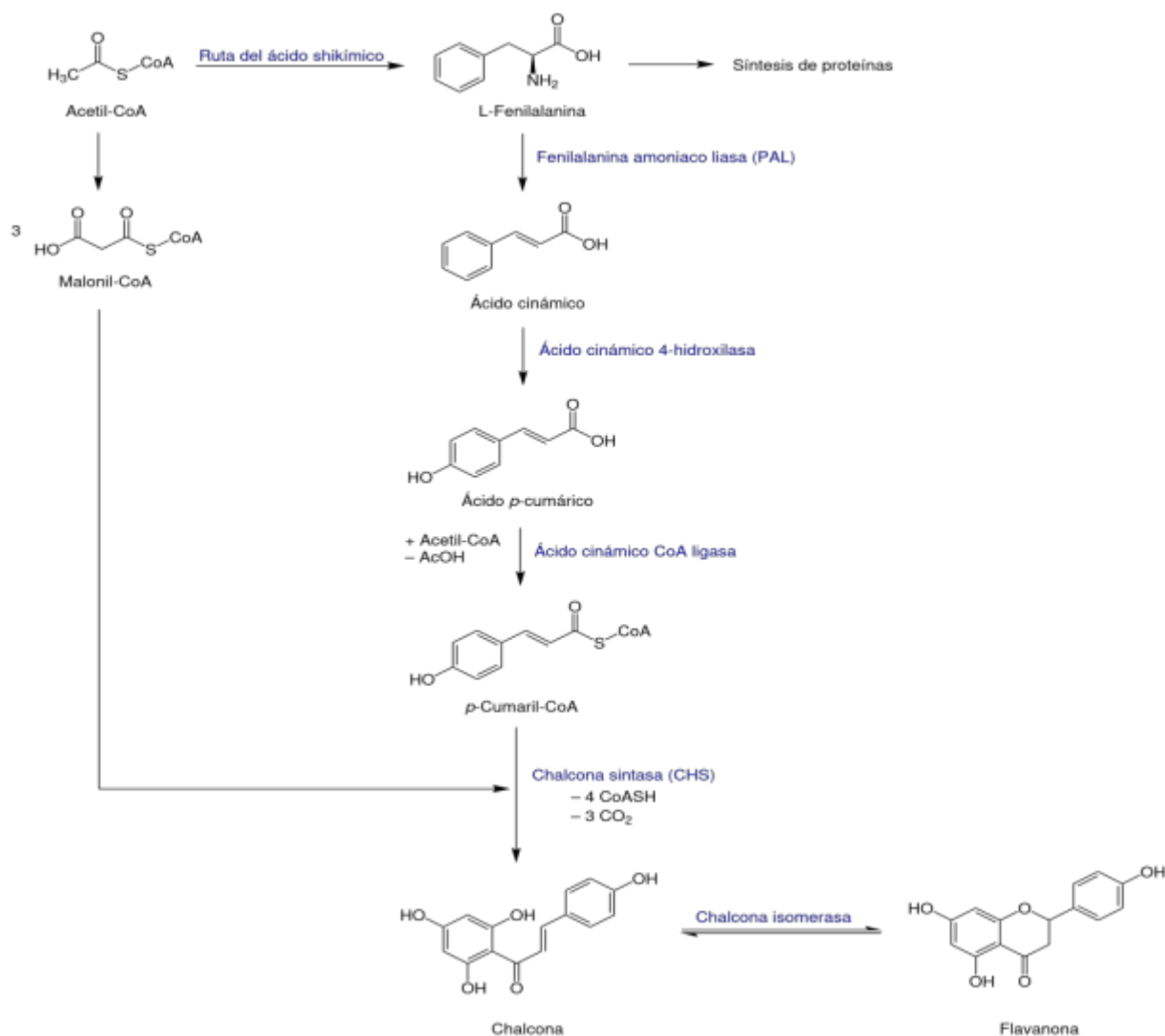
reproducción de un organismo, tal es el caso de las proteínas y aminoácidos esenciales, ácidos nucleicos como el ADN y ARN relacionados con la información genética, carbohidratos como los azúcares, lípidos como esteroides y ácidos grasos (Sponsel, 2023).

Los metabolitos secundarios son compuestos orgánicos producidos por un organismo como plantas, hongos, bacterias, algas. Tienen acción importante para la protección y defensa de las plantas; siendo no esenciales para la supervivencia en comparación con los metabolitos primarios, como ejemplo los alcaloides que son compuestos nitrogenados, flavonoides como antocianinas, quercetina, catequinas, etc., terpenoides como aceites esenciales. (SciencieDirect, 2019).

2.3.3. Extracción etanólica

El fundamento químico de la extracción alcohólica se debe a la selectividad del etanol para disolver metabolitos de una materia vegetal, considerando su naturaleza de disolvente polar e hidrófilo. El etanol se introduce en las células de la planta, fracturando sus estructuras liberando los compuestos deseados, que son luego solubilizados por el alcohol. La eficacia del proceso se puede optimizar mediante factores como la temperatura, el tiempo. El procedimiento consiste en sumergir a temperatura ambiente el material vegetal, previamente molido, en un recipiente con tapa junto con el solvente (etanol) y se deja reposar, agitando ocasionalmente para lograr que el solvente penetre y disuelva los compuestos solubles, filtrando hasta obtener extracto incoloro (Benites et al., 2019).

2.3.4. Ruta biosintética de los flavonoides



Fuente. www.User:ChemSim

2.4. Hipótesis y Variables

2.4.1. Hipótesis General

Los extractos de etanol al 96% de la raíz de *Rumex obtusifolius* L. (ZARZAPARRILLA) y de las semillas de *Bocconia frutescens* L. (YANALI) presentan efecto bactericida contra las cepas de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Salmonella typhimurium* por la presencia

de sus metabolitos secundarios, con cuyos extractos es posible formular un desinfectante natural.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- Los extractos etanólicos al 96% de la raíz de *Rumex obtusifolius* L. y de las semillas de *Bocconia frutescens* L. por el método de maceración contienen un alto porcentaje de extracto libre de solvente en cada una de las muestras.
- Los extractos etanólicos de la raíz de *Rumex obtusifolius* L. y de las semillas de *Bocconia frutescens* L. presentan metabolitos secundarios cuya presencia es detectable por análisis fitoquímico cualitativo.
- Los componentes mayoritarios de los extractos etanólicos de la raíz de *Rumex obtusifolius* L. y de las semillas de *Bocconia frutescens* L. son compuestos fenólicos polares solubles en etanol y son susceptibles de ser identificados por HPLC.
- Los extractos etanólicos de la raíz de *Rumex obtusifolius* L. y de las semillas de *Bocconia frutescens* L. presentan efecto bactericida contra cepas de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Salmonella typhimurium* por el método de difusión (eficacia antimicrobiana).
- Con el extracto de mayor efecto bactericida, tomando en cuenta los requisitos exigidos por la Dirección General de Salud Ambiental (Digesa) del Ministerio de Salud y la actividad bactericida mediante enfrentamiento microbiano, es posible formular un bactericida natural.

2.4.3. Variables descriptivas

- Características de las plantas estudiadas
- Características del extracto etanólico
- % de extracción

- Presencia de metabolitos secundarios
- Componentes fenólicos mayoritarios
- Características de las cepas bacterianas en estudio

2.4.4. Variables experimentales

2.4.4.1. Variable independiente.

- Concentración de los extractos etanólicos
- Indicador: 8 %

2.4.4.2. Variable Dependiente.

- Efecto bactericida de los extractos etanólicos, determinado por el halo de inhibición.
- Indicador: mm de diámetro de halo de inhibición

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Materiales, reactivos e instrumentos de laboratorio

Materiales

- Bolsas de papel para colección de las muestras
- Dispositivo móvil para tomas fotográficas
- Cuaderno de apuntes
- Vasos de precipitados de 250 mL
- Embudos de vidrio
- Matraz Erlenmeyer de 250 mL y 500 mL
- Probetas de 100 mL y 250 mL
- Baguetas de vidrio
- Placas petri
- Papel filtro circular de 8 cm Whatman, filtración rápida
- Recipientes de plástico de 0.5 lt
- Recipientes de vidrio, diversas medidas
- Rayador doméstico
- Medidor vernier
- Equipo clásico de molienda con soporte
- Estufa eléctrica
- Desecador de vidrio

Reactivos

- Etanol 96 %
- Reactivo de Shinoda
- NaOH (20%)

- Gelatina (proteína derivada del colágeno)
- FeCl₃ (10%)
- Reactivo de Mayer
- Reactivo de Wagner
- Reactivo de Liebermann-Buchard
- Reactivo de Borntrager
- Agar
- Neomicina (antibiótico aminoglucósido)
- Gentamicina (antibiótico aminoglucósido)

Instrumentos de laboratorio

- Balanza analítica Sartorius Entris 224-1s
- Cromatógrafo Agilent series 1200 (cromatografía líquida)
- PH-Metro (Pesacon)

3.2. Ámbito de estudio

La investigación se hizo en muestras de ambas especies recolectadas en la parte de sur este del Perú, región de Cusco, en los alrededores del distrito de Anta, latitud: -13.4717, longitud: -72.1486, 13°28' 18'' Sur, 72°8'55'' Oeste, altitud: 3,424 msnm y en el distrito de Santa Ana, La Convención, paralelos 12°52'38'' Sur y 72°42'01'' Oeste, latitud sur y en entre los meridianos 71° y 74° longitud oeste-meridiano de Greenwich, altitud; 1,050 msnm, para las muestras de *Rumex obtusifolius* L. y *Bocconia frutescens* L. respectivamente.

3.3. Tipo de investigación

La investigación es de tipo descriptiva y experimental.

La parte descriptiva se realiza a través de métodos y técnicas de laboratorio las cuales describen la composición química de los metabolitos secundarios extraídos de los extractos

etanólicos de la raíz de *Rumex obtusifolius* L. y semillas de *Bocconia frutescens* L., por análisis fitoquímico y HPLC.

En lo referente a la parte experimental, se establece la correlación de entre causa-efecto de las variables independientes (el tipo de extracto y la dosis de aplicación del desinfectante) con la variable dependiente (efecto bactericida frente a cepas analizadas).

Esta investigación considera aspectos éticos, ya que los análisis de eficacia y enfrentamiento microbiano se realizaron en laboratorio de microbiología sobre cepas de bacterianas patógenas, no en personas ni animales.

3.4. Muestreo

Las muestras de la raíz de *Rumex obtusifolius* L. y semillas de *Bocconia frutescens* L., fueron colectadas en los alrededores de las ciudades de Izcuchaca provincia de Anta y del distrito de Santa Ana, La Convención respectivamente, Región de Cusco-Perú, en los dos casos después de la floración. Por muestreo intencionado, para lo cual, mediante inspección visual fueron colectadas muestras representativas, sanas, de zonas alejadas de la población, en bolsas de papel. Una vez conseguidas las muestras, se procedió al lavado, secado y molienda para ser sometidas a la extracción etanólica.

3.5. Preparación de las muestras

- Las muestras de la raíz de *Rumex obtusifolius* L. y las semillas de *Bocconia frutescens* L. fueron separadas de toda impureza y lavadas rápidamente con agua destilada, la raíz fue fragmentada y luego ambas muestras fueron sometidos al secado en estufa eléctrica a 35 °C por un tiempo de siete días, transcurrido este tiempo se colocó en un desecador. Las muestras secas pasaron al proceso de molienda, en un molino de granos para el caso de las semillas de *Bocconia frutescens* L. y en rayador para las raíces de *Rumex obtusifolius* L.

Obtención de extractos

- Los extractos fueron obtenidos por maceración, con 49.8452 g y 54.0634 g para *Rumex obtusifolius* L. y *Bocconia frutescens* L. respectivamente, para lo cual, las muestras secas molidas fueron colocadas en frascos de boca ancha de vidrio ambar al que se le adicionó 100 mL de etanol al 96% para cada muestra.
- El extracto etanólico se obtuvo por maceración, debido a que es un método en frío que mantiene inalterados los metabolitos secundarios extraídos, no se consideró hacerlo por destilación ya que este procedimiento necesita calor, pudiendo destruir o degradar metabolitos que son sensibles a la temperatura (Natural Poland, 2022).
- Se realizan sucesivas extracciones cada 24 horas, agitando, filtrando con papel Whatman en embudo de vidrio y colectando el filtrado en otro recipiente ambar de vidrio, al residuo sólido nuevamente se adicionó 100 mL de etanol al 96%, luego de 24 horas fueron filtrados, el proceso fue repetido hasta agotamiento, es decir extracto incoloro.
- En el caso del extracto de *Rumex obtusifolius* L. se tuvo un extracto final de 2.90 Lt con 29 extracciones y para el extracto de *Bocconia frutescens* L. se obtuvo 2.20 Lt con 22 extracciones. El extracto de la raíz de *R. obtusifolius* L. presenta un color marrón intenso y el de las semillas de *B. frutescens* L. una coloración verdosa.

3.6. Determinación de la concentración de los extractos (mg/mL)

Para la determinación de la concentración de los extractos, del extracto total obtenido, se tomó una alícuota de 10 mL., que fue colocado en una placa Petri, previamente pesada. Se llevó a estufa a T=35°C hasta peso constante. Luego, de enfriar en un desecador se determinó el peso final. Se determinó la cantidad de sólido en la alícuota y estos valores por triplicado se muestran en las tablas (3 y 4), para lo que se usó la siguiente fórmula (Jiwon y Wordeman, 2025):

$$\text{Concentración} = \frac{W_i - W_f}{Vol.}$$

Donde;

W_i = peso inicial

W_f = peso final

Vol.= volumen

3.7. Rendimiento (% de extracción)

Se aplica la siguiente fórmula (Duarte et al., 2020):

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{C.M. \times Vol.}{W_e} \times 100$$

Donde;

$C.M.$ = Concentración de la muestra

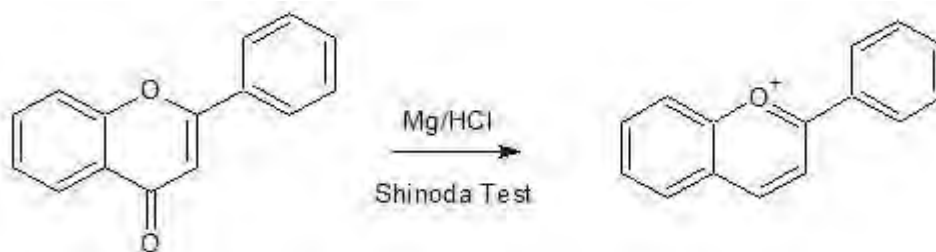
$Vol.$ = Volumen total de extracción

W_e = Peso del extracto seco

3.8. Determinación de metabolitos secundarios en los extractos etanólicos

La presencia de los diferentes tipos de metabolitos secundarios en los extractos, fue determinada por análisis fitoquímico cualitativo, a través de reacciones de caracterización específicas para cada grupo de metabolitos secundarios; los diferentes ensayos de análisis fueron: para flavonoides, Shinoda y NaOH (20%), para taninos, Gelatina y FeCl₃ (10%), para alcaloides, Dragendorff, Mayer y Wagner, para esteroides triterpénicos, Liebermann-Buchard, para quinonas, Borntrager y para saponinas, mediante la formación de espuma por agitación. Las reacciones cualitativas de caracterización de los metabolitos, fueron realizadas con 3 a 5 gotas de extracto según las especificaciones de la técnica en cada caso y los resultados se muestran en las tablas 7 y 8.

- Reactivo de Shinoda: Gotas del extracto + Reactivo de Shinoda (limaduras de magnesio + gotas de HCl cc). La formación de un color rojo indica positivo para flavonoides (aglucones y heterósidos). Se basa en la oxidación del Mg (SlideShare, 2025).



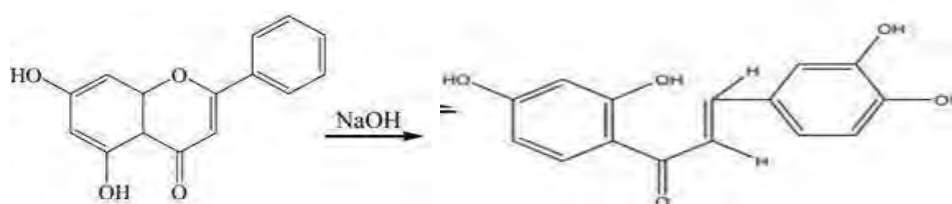
Estructura general de la Flavona (amarillo)

Esqueleto de antocianida rojo anaranjado intenso.

Fuente. Arroyo et al. (2016)

- NaOH 20%: Gotas del extracto + gotas de NaOH 20%. Se observa una coloración amarillo-naranja indicativo de presencia de flavonoides.

En la reacción con NaOH se produce la ruptura del anillo C de un flavonoide el cual puede ser de una flavona o de una flavanona, esta ruptura produce la formación de una chalcona lo que se evidencia con una coloracion amarilla que puede variar en intensidad (Universidad Autónoma del Estado de México, 2023).

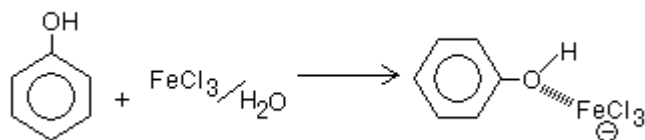


Flavonoide

Chalcona (color amarillo)

- Gelatina: Gotas del extracto + 1 mL del reactivo gelatina, de reciente preparación, (1 g de gelatina en 100 mL de agua, 10 g de NaCl). Un precipitado denso blanquecino indica presencia de taninos (Muñoz Pinto, 2016). El reactivo gelatina es una proteína, no tiene una fórmula química única.

- FeCl_3 10%: Gotas del extracto + gotas de FeCl_3 10%. Se nota una coloración azul oscuro indicando prueba positiva para taninos, siendo una reacción característica de las sales de hierro con taninos.



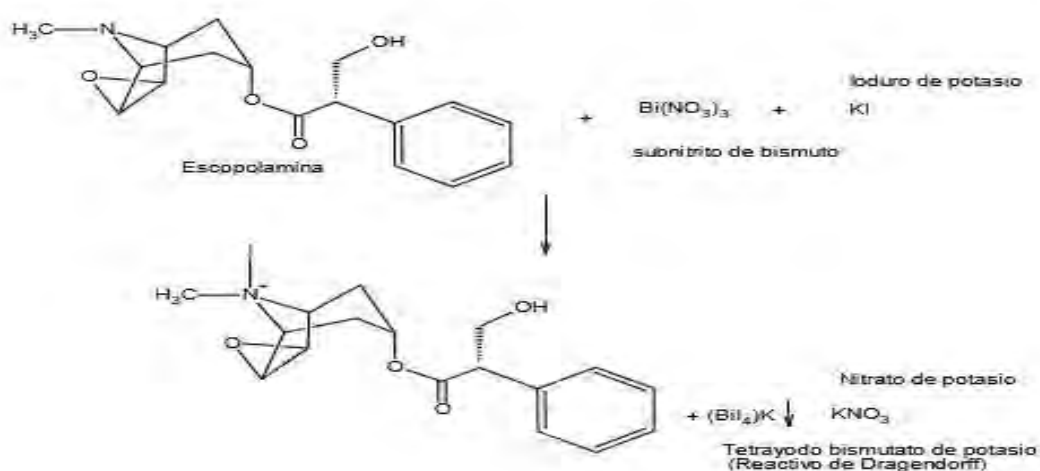
Tanino

Complejo tanino con FeCl_3 (azul oscuro)

Fuente. Muñoz Pinto (2016)

- Reactivo de Dragendorff: Gotas del extracto + gotas del reactivo de Dragendorff (tetrayodobismutatopotásico) en medio ligeramente ácido. La formación de un precipitado naranja o rojo naranja nos indica la presencia de alcaloides.

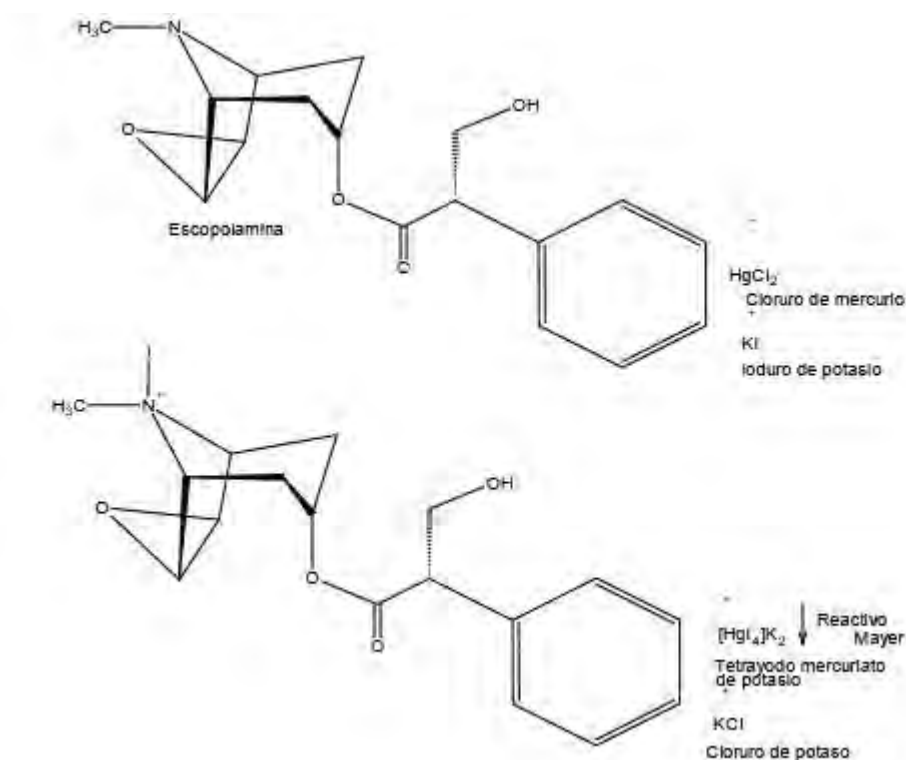
Cuando el reactivo se mezcla con alcaloides u otras aminas terciarias, la amina se protona formando una sal de amonio $[\text{NHR}_3]^+$ la cual reacciona con los complejos de yodurobismutato en el reactivo para formar sales insolubles de composición nominal $[\text{NHR}_3][\text{BiI}_4]$ (Vargas Mamani, 2024).



Fuente. Universidad Nacional Autónoma de México, Departamento de Ciencias Biológicas (2020).

- Reactivo de Mayer: Gotas del extracto + gotas del reactivo de Mayer (tetrayodomercuriato potásico). La presencia de turbidez o precipitado blanco nos indica positivo para alcaloides.

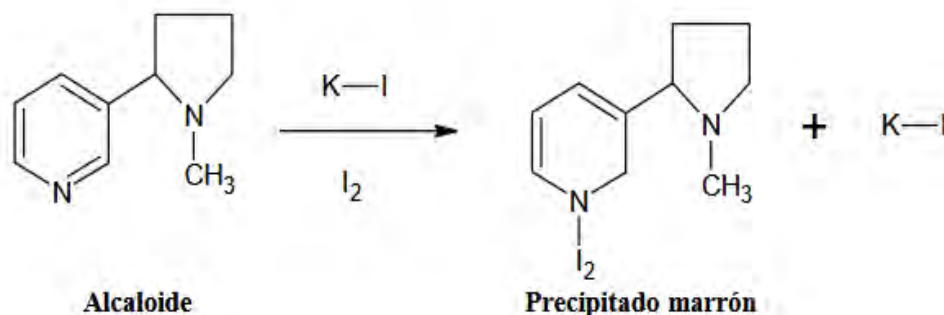
El alcaloide forma un complejo con el cloruro de mercurio dando una coloración crema blanquecina (Arango, 2008).



Fuente. Universidad Nacional Autónoma de México, Departamento de Ciencias Biológicas (2020).

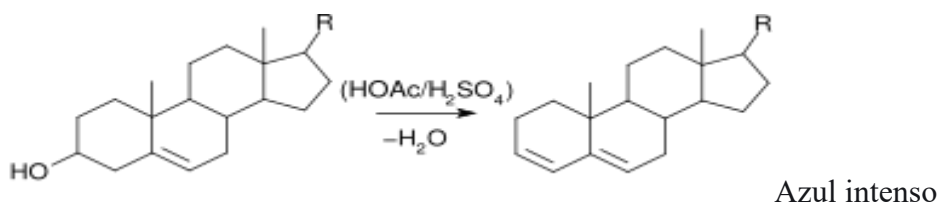
- Reactivo de Wagner: Gotas del extracto + reactivo de Wagner (1.27 g de yodo + 2 gotas de yoduro potásico en 20 mL de agua, aforar la solución en 100 mL de agua destilada). La formación de un precipitado anaranjado confirma la presencia de alcaloides.
- Al preparar el reactivo de Wagner, se produce la reacción del yodo con el ión I^- del yoduro de potasio (KI) obteniéndose el ión I_3^- , que es una solución color pardo-marrón.
- Para la prueba de Wagner, el ión K^+ metálico se unirá en enlace covalente coordinado

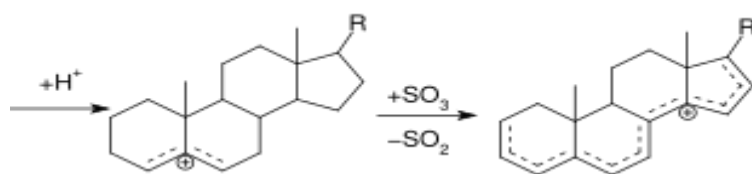
con el nitrógeno al alcaloide originando un precipitado anaranjado del complejo potasio-alcaloide (Scribd Inc., 2023).



Fuente. Scribd Inc. (2023).

- Reactivo de Liebermann-Burchard: Se utiliza para determinar esteroides triterpénicos, como prueba colorimétrica, obteniéndose una coloración verde azulada intensa. Inicialmente presenta un color rosado pasando hacia un color verde claro y luego verde azulado oscuro. Este ensayo consiste en una reacción donde el esteroide se oxida por la presencia del ácido sulfúrico concentrado y anhídrido acético formando una molécula que contiene un doble enlace adicional, en la etapa inicial de esta prueba ocurre la protonación del grupo OH del esteroide con pérdida de agua obteniéndose el ion carbonio 3,5 colestadieno que constituye la primera parte para la formación color. La aparición de una coloración violeta verde o azul confirma la presencia de triterpenos y esteroides (Cabrera Forero, 2020).



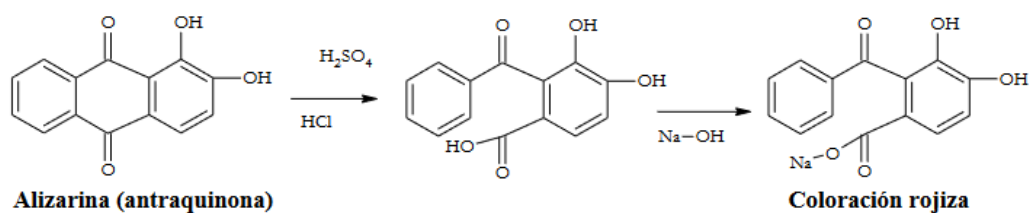


Ión carbonio 3,5 colestadieno

cation pentoenílico

Fuente. Cabrera Forero (2020).

- Reactivo de Borntrager: Gotas del extracto + reactivo de Borntrager (gotas de NaOH 5%). A unas gotas del extracto se tratan con una solución de hidróxido de sodio al 5% en caliente, se enfría y acidula; luego se agita con benceno y deja reposar. La fase bencénica es separada y se añade una solución de hidróxido de sodio. La aparición de precipitado de color rojo nos indica presencia de quinonas (naftoquinonas, antronas y antranonas).



Fuente. Toscano Cartagena (2017).

3.9. Determinación de los componentes fenólicos en los extractos por HPLC

Los componentes fenólicos en los extractos etanólicos de *Rumex obtusifolius* L. y *Bocconia frutrescens* L., fueron determinados en el Laboratorio de Cromatografía de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco por Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC).

La separación e identificación de los componentes fenólicos mayoritarios presentes en los extractos líquidos, fue desarrollado empleando HPLC, con detector UV-Visible. En un modelo Agilent 1200, en una columna Zorbax Eclipse XDB C18 4.6d x 250 mm x 5um. La fase móvil (se mueve y fluye a través del sistema, transportando la muestra, ayuda a los analitos

en la interacción con la fase estacionaria) consistió en 85.0 % H_3PO_4 (con 0.1% de ácido fosfórico) y 15.0 % MeCN (acetonitrilo, disolvente de la fase móvil, favorece la separación de los analitos al tener baja viscosidad, produciendo un flujo rápido y adecuado a través de la columna) en un modo de elución con un flujo de 0.800 mL/min. El volumen de inyección fue de 5.0 μL , los disolventes se desgasificaron al vacío. Las muestras para el análisis mediante HPLC se filtraron por un filtro de membrana. Los picos fueron monitoriados a 285 nm utilizando un detector UV-visible DAD. Los componentes fenólicos fueron identificados por comparación del tiempo de retención de los picos y su espectro UV-Visible registrado por el equipo para cada componente, en comparación con tiempos de retención y espectros UV-Visible de los estándares de la biblioteca incorporada al equipo.

En la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), el Tiempo de Retención (TR) es un factor fundamental utilizado para el reconocimiento cualitativo de compuestos. Se define como el tiempo transcurrido desde la inyección de la muestra hasta que el componente analizado alcanza el máximo del pico en el detector. Los componentes analizados que tienen mayor afinidad por la fase estacionaria se desplazan más lentamente y eluyen más tarde (con un tiempo de retención más alto), mientras que aquellos con mayor afinidad por la fase móvil eluyen primero (tiempo de retención menor) (Chromatography Today, 2026).

En HPLC, se considera a la fase estacionaria como componente fundamental ubicado en el interior de la columna reteniendo selectivamente los metabolitos de una mezcla, permitiendo su separación e identificación. Su función primordial es proporcionar una superficie activa donde los componentes analizados interactúan de manera diferencial al ser transportados por la fase móvil. Es decir que la fase estacionaria actúa como el agente de separación, regulando la velocidad de migración de los componentes de la muestra de acuerdo a su afinidad química, lo que resulta en tiempos de retención característicos que permiten la identificación (ScienceDirect, 2022).

Funciones de la Fase Estacionaria en la Identificación:

- **Tiempos de Retención Consistentes:** Dado que cada compuesto interactúa de manera específica con una fase estacionaria dada, los analitos eluyen a tiempos de retención (tR) característicos y reproducibles bajo condiciones constantes.
- **Identificación Cualitativa:** Al comparar el tiempo de retención de un pico desconocido con el de un estándar conocido, la fase estacionaria permite identificar la presencia de compuestos específicos en la muestra.
- **Optimización de la Selectividad:** La elección de la fase estacionaria adecuada (por ejemplo, cambiar de C18 a Phenyl) puede cambiar el orden de elución y mejorar la separación de compuestos similares para una identificación más precisa.

Componentes del sistema HPLC Agilent:

- **Bomba de alta presión:** Impulsa la fase móvil a través de la columna.
- **Inyector:** Inyecta la muestra en la columna.
- **Columna cromatográfica:** Contiene la fase estacionaria (no se mueve en el proceso de separación, retiene los componentes de la muestra que se separan al interactuar en forma distinta con esta fase, generando variaciones en el tiempo de retención) que interactúa con la fase móvil para separar los componentes.
- **Detector:** Registra los componentes separados.
- **Software de control y análisis:** Controla el funcionamiento del sistema y analiza los datos (Agilent Serie 1200, 2006).

El procedimiento experimental seguido:

Preparación de la muestra:

La preparación de la muestra para HPLC es una acción muy importante para proteger la columna y obtener resultados reproducibles. La muestra debe ser líquida, limpia y libre de

partículas e impurezas. Los pasos esenciales implican disolución (la muestra debe disolverse totalmente en un disolvente compatible con la fase móvil, preferiblemente la fase móvil inicial), filtración (para evitar obstrucciones en la columna, la muestra debe filtrarse en un filtro de jeringa, normalmente de membrana de nylon, con un tamaño de poro de 0.22 μm o 0.45 μm), dilución o purificación, se puede centrifugar para eliminar partículas sólidas (Organomation, 2025). Se preparó la muestra disolviendo 0.1% del analito en el solvente, 85.0 % H_3PO_4 , 15.0% MeCN, (fase móvil).

Inyección de la muestra:

Se inyectó 5.0 μl de la muestra preparada en la columna.

Separación:

La fase móvil, impulsada por una bomba de alta presión, hace que la muestra se desplace a través de la columna (Zorbax Eclipse XDB C18 4.6d x 250 mm x 5 μm), donde los componentes se separan por afinidad, tanto por la fase estacionaria, como por la fase móvil.

La interacción entre un metabolito secundario y la fase estacionaria en HPLC se deben a las propiedades fisicoquímicas que tiene el metabolito, es decir polaridad, carga, tamaño y las otras interacciones como hidrofóbicas, electrostáticas, que tenga con los grupos funcionales presentes en la fase estacionaria. Esta interacción determina con que fuerza se retiene el metabolito dentro de la columna, influyendo en su tiempo de elución y permitiendo la separación de otros compuestos en la muestra (Harvey, 2024).

Detección:

Los componentes separados fueron detectados por el detector del equipo HPLC, que registra la absorción de luz, la conductividad, la emisión de fluorescencia, etc. Con los datos detectados, el equipo grafica el perfil cromatográfico, que presenta los componentes detectados de acuerdo al tiempo de retención de cada componente.

Análisis de los datos:

El software del sistema de HPLC (Chemstation V03.02) analiza los datos del detector para identificar, cuantificar y cualificar los componentes de la muestra.

3.10. Determinación del efecto bactericida de los extractos

El efecto bactericida de los extractos etanólicos de *Rumex obtusifolius* L. y *Bocconia frutescens* L. contra las cepas de bacterias *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Salmonella typhimurium*, fue evaluado por el método de difusión, descrito y reportado por Ortiz, J. (2005), a través del siguiente procedimiento:

Se colocó 20 mL del medio de cultivo, agar, en una placa Petri esteril de 9 cm de diámetro, luego a esta placa se agregó 0,2 mL de la cepa de bacteria estandarizada distribuyéndola en la superficie con una varilla estéril de vidrio, se dejó reposar por 5 minutos. Posteriormente con un sacabocado se abren tres pozos de 6 mm de diámetro y se colocó 40 µL (microlitros) del extracto en estudio con una concentración de 3.4 µg/mL para *Rumex obtusifolius* L. y 3.3 µg/mL para *Bocconia frutescens* L., en un pozo, en otro pozo de colocó la misma cantidad del blanco positivo Neomicina sulfato 20 mg/mL y Gentamicina 20 mg/mL en algunos análisis, en el último pozo se colocó el blanco negativo, agua destilada y en otros casos alcohol 96°. Luego se incubó la placa a 37° C por un tiempo de 24 horas y se procedió a realizar la medición del halo de inhibición (Facultad de Farmacia y Bioquímica, CCA, UNMSM).

3.11. Formulación del desinfectante en base al extracto de *Bocconia frutescens* L.

Los resultados de efecto bactericida obtenido para el extracto de raíz de *Rumex obtusifolius* L, contra las cepas de bacterias *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Salmonella typhimurium*, fueron negativos, razón por la cual, se descarta este extracto para la elaboración de desinfectante y se consideró solo el extracto de las semillas de *Bocconia*

frutescens L., cuyos resultados mostraron efecto bactericida positivo contra las cepas de las tres bacterias.

Para la formulación y elaboración del desinfectante en base al extracto, se tomó en cuenta las exigencias de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), órgano técnico-normativo del Ministerio de Salud del Perú en los aspectos relacionados al saneamiento. DIGESA, para aprobar como desinfectante una formulación, exige que esta, debe ser antibacteriano para tres cepas de bacterias patógenas, no especifica concretamente que cepas deben ser consideradas, sólo indica que sean representativas; en base a este requerimiento se emplearon cepas de *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Escherichia coli* (ATCC 8739) y *Salmonella typhimurium* (ATCC 13311). Para que el desinfectante formulado y elaborado sea de gran espectro, en las pruebas antibacterianas se han considerado dos cepas gram negativas (*E. coli* y *S. typhimurium*) y una cepa gram positiva (*S. aureus*). Para la concentración del principio activo, se ha tomado como referencia, la concentración hipoclorito de sodio (8%) en el desinfectante lejía, el desinfectante más utilizado por la sociedad.

- **Formulación para 500 mL de desinfectante:** 40.00 mL de extracto etanólico *Bocconia frutescens* L. (equivalente al 8% de principio activo), 2.50 mL de tensoactivo lauril éter sulfato de sodio al 28.0 %, como aromatizante 2.00 mL de esencia lavanda, 2.50 mL de colorante rosado para desinfectante y agua tratada hasta aforar a 500 mL.
- **Elaboración del desinfectante:** Se disolvió el tensoactivo en agua, se agregó el extracto etanólico agitando para homogenizar, luego se agregó la esencia fraganciosa y el colorante disuelto previamente en agua, y se completó con el agua tratada hasta 500 mL, siempre con agitación para tener una solución final homogénea y completamente miscible.

Tabla 3*Características del desinfectante elaborado*

Características	Resultado
Apariencia	Líquido homogéneo
Color	Rosado
Olor	Fragancia suave
Solubilidad	Soluble en agua
pH	6
Composición	Extracto etanólico, tensoactivo, esencia, colorante, agua tratada.

Nota.. Elaboración propia**3.12 Determinación del efecto bactericida del desinfectante**

El análisis del efecto bactericida del desinfectante formulado, fue determinado por el Laboratorio del Centro de Control Analítico CCA, de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, a través del método de dilución, descrito y reportado por la AOAC.

El método de dilución de uso de AOAC (955.14 y 955.15) es una prueba para comprobar la eficacia de los desinfectantes. En sus numerosas actualizaciones, se ha convertido en el estándar para evaluar desinfectantes líquidos y diluibles para superficies inanimadas. Este método es especificado por la EPA (Environmental Protection Agency) de los Estados Unidos, como método requerido para validar desinfectantes.

Se puede resumir este método de la dilución de uso señalando que primero se remojan los portadores, placa Petri, en bacterias, luego se tratan con el desinfectante, y finalmente se colocan a los portadores en caldo de crecimiento para determinar si alguno todavía tiene bacterias sobrevivientes. Este es un método cualitativo, debido a que los resultados están

determinados por si crecen o no las bacterias, en lugar de cuantificarlas (Microchem Laboratory, 2024).

3.13. Análisis estadístico del efecto bactericida del extracto de *Bocconia frutescens* L.

Para hacer este análisis estadístico usamos el método ANOVA (Analysis of Variance) de un factor, el cual mediante análisis de varianza permite comparar si dos o más grupos son estadísticamente iguales o distintos entre sí. Se considera la hipótesis inicial o hipótesis nula que los promedios de todos los grupos son estadísticamente iguales, se verifica mediante el Test F de la tabla ANOVA, si el valor de F es mayor a un valor crítico F indica que la hipótesis inicial no se cumple y los promedios de los grupos son distintos estadísticamente (Lira, 2021).

Especificando se puede decir que mediante el Software estadístico Microsoft Excel se hizo el análisis el cual generó dos tablas, para tres y dos cepas, independientes. Los datos de los valores ingresados van en la parte superior de la tabla, luego en la parte media van los promedios (media) y varianza (medida estadística que indica la dispersión de los datos respecto al promedio), una varianza alta refiere que los datos son dispersos y un valor de varianza bajo indica que los datos están más cerca del valor promedio. En la parte inferior de la tabla se hace el análisis de la varianza entre grupos y dentro de cada grupo con el objetivo final de determinar los valores de probabilidad (mide la posibilidad que un evento ocurra, con valores entre 0, imposible y 1, seguro); F (compara la varianza entre grupos y la variación dentro de los grupos) y el crítico de F (mide la distribución F por la cual se decide rechazar o aceptar la hipótesis nula) indica la existencia de diferencias significativas o no entre las medias (promedios), de los grupos. Como ya se mencionó, si el valor de F es mayor que el crítico F se rechaza la hipótesis nula indicando que hay considerables diferencias entre las medias grupales.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. De la extracción y rendimiento de los extractos.

En el proceso de extracción se obtuvo 2.90 Lt. del extracto etanólico al 96% de *Rumex obtusifolius* L. y 2.20 Lt. del extracto etanólico al 96% de *Bocconia frutescens* L., para un peso de 49.8452 g. de raíz y 54.0634 g. de semillas, respectivamente. Se observó diferencia de coloración entre los dos extractos, el de raíz de *R. obtusifolius* L. presentó una coloración marrón oscuro y el de las semillas de *B. frutescens* L. tuvo una coloración verdosa, indicativo de presencia de clorofila en las semillas.

No se hizo la prueba de solubilidad para seleccionar el disolvente adecuado, porque se consideró utilizar el etanol al 96° por ser un solvente muy versátil, siendo polar tiene una pequeña cadena de carbonos que le permite disolver algunos metabolitos no polares (Zhengzhou Greatwall, 2026), como esteroides triterpénicos, los cuales efectivamente fueron detectados en la marcha fitoquímica en ambos extractos. También se consideró la facilidad para conseguir el etanol en comparación con otros solventes que a veces se dificulta su obtención. Se determinó la concentración de sólidos disueltos en los extractos obtenidos, cuyos resultados se muestran en la tabla 4 para *Rumex obtusifolius* L. y en la tabla 5 para *Bocconia frutescens* L.

Tabla 4

Determinación de la concentración del extracto de Rumex obtusifolius L.

Nro.	w1	w2	Volumen	Concentración en g/mL
1	22.1993	22.1644	10 mL	0.0035
2	22.1998	22.1658	10 mL	0.0034
3	22.1943	22.1604	10 mL	0.0034
Promedio				0.0034

Nota. w1: peso de la placa petri más peso del extracto libre del disolvente; w2: peso de la placa petri; Volumen: volumen del extracto.

Determinado la desviación estándar (Marshall Hargrave, 2026).

- Calculando la media aritmética:

$$X = (0.0035 + 0.0034 + 0.0034) / 3 = 0.0034333$$

- Determinando las desviaciones al cuadrado:

$$- (0.0035 - 0.0034333)^2 = (0.0000667)^2 = 4.44 \times 10^{-9}$$

$$- (0.0034 - 0.0034333)^2 = (-0.0000333)^2 = 1.11 \times 10^{-9}$$

$$- (0.0034 - 0.0034333)^2 = (-0.0000333)^2 = 1.11 \times 10^{-9}$$

- Suma de cuadrados: $(4.44 \times 10^{-9} + 1.11 \times 10^{-9} + 1.11 \times 10^{-9}) = 6.66 \times 10^{-9}$

- Varianza: $6.66 \times 10^{-9} / 3 = 2.22 \times 10^{-9}$

- Calculando la desviación estándar:

$$\sigma = \sqrt{2.22 \times 10^{-9}} = 4.71 \times 10^{-5}$$

Este resultado de desviación estándar indica que existe una variabilidad muy baja en los datos analizados, significando que los valores individuales están muy agrupados cerca de la media (promedio), interpretando dicho resultado se puede afirmar que existe una alta precisión por los datos consistentes y uniformes entre sí, con poca variación aleatoria y estos datos se encuentran casi exactamente en el valor promedio, es decir no hay valores atípicos significativos o una dispersión amplia, concluyendo que se tiene una variabilidad mínima respecto a la media.

Tabla 5

Determinación de la concentración del extracto de Bocconia frutescens L.

Nro.	w1	w2	Volumen	Concentración en g/mL
1	22.1471	22.1141	10 mL	0.0033
2	22.1693	22.1358	10 mL	0.0034
3	22.1838	22.1504	10 mL	0.0033
Promedio				0.0033

Nota. w1: peso de la placa petri más peso del extracto libre del disolvente; w2: peso de la placa petri; Volumen: volumen del extracto.

Determinando la desviación estándar (Marshall Hargrave, 2026).

Se sigue un procedimiento similar al anterior, por lo cual se obtiene:

- Media aritmética: 0.00333333
- Sumatoria de diferencia de cuadrados: 6.666×10^{-9}
- Varianza: 2.2×10^{-9}
- Desviación estándar: $\sigma = 4.714 \times 10^{-5}$

Observamos que la desviación estándar es prácticamente la misma que para el caso anterior (*Rumex obtusifolius* L.), teniéndose entonces la misma conclusión en el sentido que hay una variabilidad mínima en comparación con la media (promedio).

La concentración de los extractos obtenidos por maceración, para *Rumex obtusifolius* L. fue de 3,4 mg/mL y para *Bocconia frutescens* L. de 3, 3 mg/mL; los resultados reportados son promedio de tres repeticiones.

El porcentaje de extracción, para los extractos de *Rumex obtusifolius* L. y *Bocconia frutescens* L., fueron calculados tomando en cuenta la concentración del extracto, el volumen total del extracto y el peso de la muestra sometido a extracción; cuyos resultados se reportan en la tabla 6.

Tabla 6

Determinación de los porcentajes de extracción de la muestra de Rumex obtusifolius L. y Bocconia frutescens L.

Muestra	[g/mL]	w2 (g)	Volumen (mL)	% extracción
<i>R. obtusifolius</i> L.	0.0034	49.8452	2.900	19.78
<i>B. frutescens</i> L.	0.0033	54.0634	2.200	13.43

Nota. [g/mL]: concentración del extracto; w2: peso de la muestra; Volumen: volumen total del extracto.

Los porcentajes de extracción obtenidos con el disolvente etanol al 96%, fueron de 19.78% y 13.43% para las muestras de la raíz de *R. obtusifolius* L. y para las muestras de semillas de *B. frutescens* L. respectivamente; estos resultados nos muestran la obtención de

moderados porcentajes de extracción, por lo que se descarta la hipótesis específica de alto porcentaje de extracto (37% a 46%) libre de solvente en cada muestra. El mayor porcentaje de extracción de metabolitos secundarios del extracto de *Rumex obtusifolius* L., no necesariamente es indicativo de mayor efecto bacterida. El ecosistema de desarrollo de la planta influye en el porcentaje de extracción.

El porcentaje de extracción 19.78% en la raíz de *Rumex obtusifolius* L. se puede considerar de moderado a alto en el contexto de extracción de productos naturales, particularmente si se utiliza un solvente polar como el etanol como fue este caso. En extracciones de plantas medicinales, rendimientos entre 10% y 25% pueden considerarse como buenos o moderados/altos (El Mannoubi, 2023). Muchos extractos secos de raíces y hojas se sitúan en este rango. El *Rumex obtusifolius* L. tiene raíces gruesas y un alto contenido de metabolitos secundarios, como los encontrados en el análisis fitoquímico cualitativo, incluyendo antraquinonas, taninos y compuestos fenólicos, lo que contribuye a un mayor peso seco del extracto. Estudios en especies similares (como *Rumex crispus*) refieren que los extractos hidroalcohólicos son eficientes (Soto et al., 2015) y un 19.78% indica una cantidad significativa de material extraído de la biomasa seca, sugiriendo una buena eficiencia del método de extracción empleado. Se puede concluir que este 19.78% indica que la técnica utilizada logró extraer una cantidad importante de compuestos, lo que es positivo para estudios fitoquímicos o de actividad biológica.

En cuanto al porcentaje de extracción del 13.43% en semillas de *Bocconia frutescens* L. también se puede considerar moderado a alto en el entorno de extracción de aceites o extractos lipofílicos de semillas, si se compara con otras fuentes botánicas similares. Aunque existen semillas oleaginosas con rendimientos superiores al 30-40% (como girasol, jatropha), un valor superior al 10-12% en extractos de semillas de plantas medicinales y/o silvestres se considera eficiente e interesante para la obtención de metabolitos secundarios. Estudios de extractos

etanólicos de *Bocconia frutescens* L. indican una presencia abundante de flavonoides, taninos y esteroides triterpénicos lo que hace que un rendimiento del 13.43% sea muy significativo para usos insecticidas o medicinales. Normalmente, los extractos de hojas de esta planta tienen rendimientos porcentuales más bajos (menores al 1%), haciendo que el 13.43% de la semilla sea una fuente rica en compuestos (Jonas et al., 2020). Se concluye que, es un rendimiento interesante para el aprovechamiento de la semilla en estudios fitoquímicos y aplicaciones de bioplaguicidas.

4.2. Del análisis fitoquímico cualitativo

Los resultados del análisis fitoquímico cualitativo de los extractos, que permiten determinar presencia de metabolitos secundarios, se muestran en la tabla 7 de *Rumex obtusifolius* L. y en la tabla 8 de *Bocconia frutescens* L.

Tabla 7

Análisis fitoquímico cualitativo del extracto de Rumex obtusifolius L.

Metabolito	Reactivo	Resultado	Observaciones
Flavonoide	Shinoda	+++	Precipitado de color rojo
	NaOH (20%)	+++	Coloración café-naranja
Taninos	Gelatina	++	Formación de un precipitado blanquecino
	FeCl ₃ (10%)	++	Coloración azul oscuro
Alcaloide	Dragendorff	+	Hubo reacción, precipitado blanco
	Mayer	+	Hubo reacción, precipitado blanco
	Wagner	+	Hubo reacción, precipitado amarillo-naranja
Esteroides	Liebermann-	+	Solución coloreada azul
Triterpenicos	Buchard		
Quinonas	Borntrager	+	Formación de un precipitado rojo oscuro
Saponinas	Espuma	-	No hay formación de espuma al agitar

Nota. La tabla muestra presencia relativa de metabolitos secundarios, (-) ausencia; (+) regular; (++) bastante; (+++) abundante.

Los resultados del análisis fitoquímico cualitativo del extracto de *Rumex obtusifolius* L. muestran como mayores componentes a los flavonoides (+++), seguido de taninos (++)

ambos metabolitos secundarios son compuestos fenólicos; también se observa presencia de alcaloides (+), esteroides (+) y quinonas (+) pero en baja concentración.

Los resultados del análisis fitoquímico obtenidos, para la raíz de *Rumex obtusifolius* L. en la presente investigación, muestran coincidencias en la presencia de metabolitos secundarios, con el análisis fitoquímico realizado por Soto et al. (2015) para el extracto etanólico de raíz de *Rumex crispus* L., como la presencia de taninos, quinonas y flavonoides, pero en diferente concentración. Ellos reportaron saponinas, que en nuestro caso es negativo; no detectaron alcaloides y en el presente análisis se determinó en regular cantidad; tampoco detectaron esteroides triterpénicos y en este estudio se reporta regular cantidad. En general se puede decir que estas diferencias fitoquímicas son por ser especies diferentes dentro del mismo género, pero también influye la procedencia y el medio ecológico donde se desarrolla la muestra.

Tabla 8

Análisis fitoquímico cualitativo del extracto de Bocconia frutescens L.

Metabolito	Reactivo	Resultado	Observaciones
Flavonoide	Shinoda	+++	Precipitado de color rojo
	NaOH (20%)	+++	Coloración café-naranja
Taninos	Gelatina	++	Formación de un precipitado blanquecino
	FeCl ₃ (10%)	++	Coloración azul oscuro
Alcaloide	Dragendorff	+	Hubo reacción, precipitado blanco
	Mayer	-	No hubo reacción, no se observó precipitado blanco
	Wagner	+	Hubo reacción, precipitado amarillo-naranja
Esteroides	Liebermann-	++	Solución coloreada azul
Tritepenicos	Buchard		
Quinonas	Borntrager	+	Formación de un precipitado rojo oscuro
Saponinas	Espuma	-	No hay formación de espuma al agitar

Nota. La tabla muestra presencia relativa de metabolitos secundarios, (-) ausencia; (+) regular; (++) bastante; (+++) abundante.

Los resultados del análisis fitoquímico cualitativo del extracto de etanol al 96% de las semillas de *Bocconia frutescens* L. muestra como componentes mayoritarios a los flavonoides (+++), seguido de una moderada concentración de taninos (++) y esteroides (++); también se observa presencia de alcaloides (+) y quinonas (+) pero en baja concentración.

En referencia a *Bocconia frutescens* L., para la misma especie en estudio, Sanchez et al. (2006) por análisis fitoquímico cualitativo del extracto etanólico de hojas, reportan alcaloides, saponinas, triterpenos y esteroides; indican ausencia de antraquinonas, leucoantocianinas y glicósidos. Se tiene coincidencia en ambos estudios en la determinación de alcaloides, triterpenos; difieren en saponinas, no encontradas en esta investigación.

Los flavonoides presentan en su estructura química un número variable de grupos hidroxilos fenólicos que ingresan fácilmente por la membrana celular bacteriana, combinándose para precipitar las proteínas protoplasmáticas desnaturalizándolas, actuando como venenos protoplasmáticos (Puupponen et al., 2001). Respecto a los taninos detectados en bastante cantidad, estos podrían tener acción bactericida al inhibir las enzimas unidas a membranas (Akiyama et al., 2001). En el caso de las quinonas, detectadas en regular cantidad y según Cowan MM (1999) muestran actividad antibacteriana, actuando posiblemente en las adhesinas expuestas en la superficie de las bacterias, sobre los polipéptidos de la pared celular y las enzimas unidas a membranas. Es posible una acción sinérgica entre estos metabolitos secundarios.

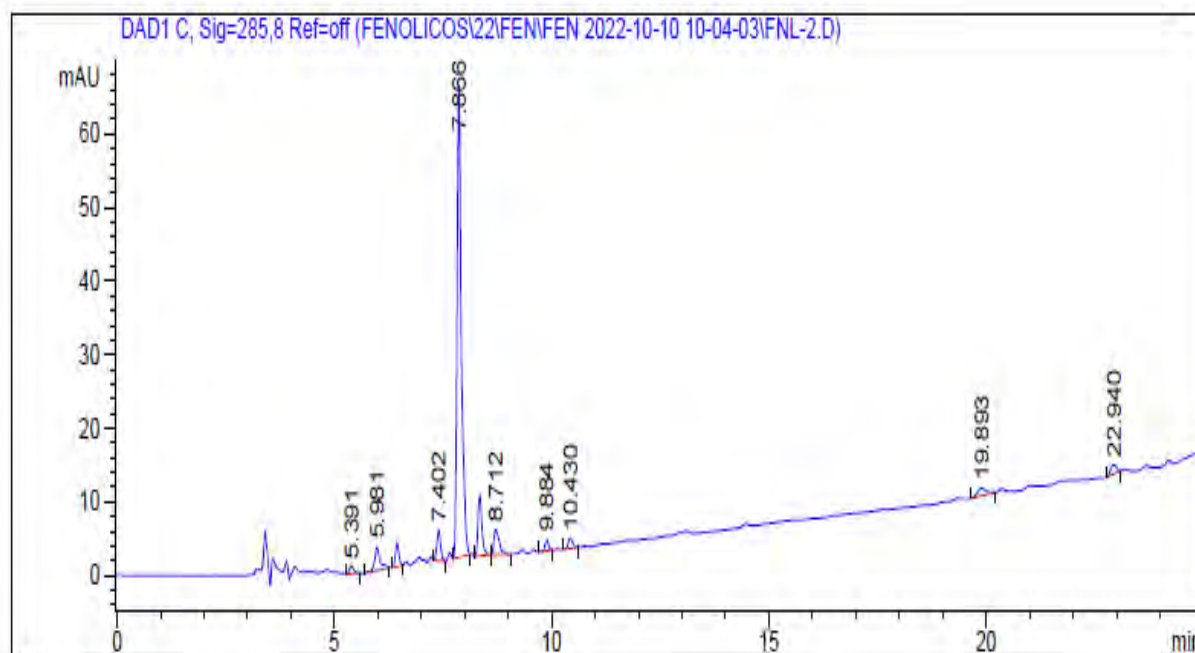
Teniendo en cuenta la variedad de metabolitos secundarios presentes en sustancias químicas bactericidas, es altamente probable que la actividad antibacteriana sea por una acción combinada de algunos de estos metabolitos sobre distintos orgánulos de la célula por más de un mecanismo (Pino et al., 2012).

4.3. De la determinación de los componentes fenólicos en los extractos por HPLC

El resultado de la separación de los componentes del extracto etanólico de *Bocconia frutescens* L., por HPLC es el perfil cromatográfico que se muestra en la figura 5.

Figura 5

Perfil cromatográfico del extracto de Bocconia frutescens L. determinado por HPLC



Fuente. HPLC (UNSAAC)

El perfil cromatográfico obtenido por HPLC del extracto de *Bocconia frutescens* L. de la figura 5, muestra 11 picos registrados a diferente tiempo de retención, cada pico corresponde a un tipo de metabolito secundarios separado y el área debajo del pico es proporcional a la abundancia del metabolito.

La identificación de los componentes fenólicos del extracto de *Bocconia frutescens* L., determinado por comparación de los tiempos de retención y los espectros UV-Visible registrados por el equipo HPLC de los componentes del extracto, con los tiempos de retención y los espectros UV-Visible de estándares de la librería del equipo, se muestran en la tabla 9.

Tabla 9

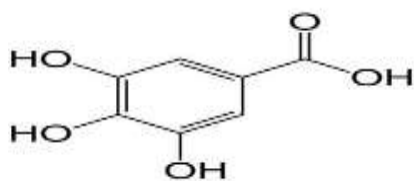
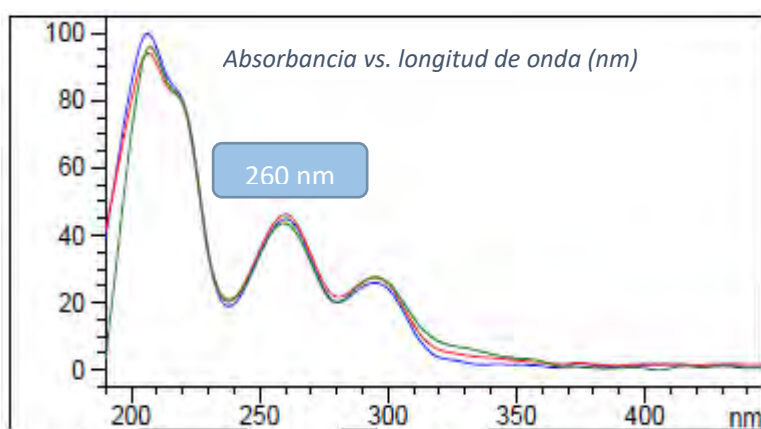
Compuestos fenólicos identificados en el extracto de Bocconia frutescens L.

Pico	TR	ug/mL de extracto	Compuestos
1	5.39	1.23	Ácido Gálico
2	5.98	8.32	NI
3	6.44	4.86	Ácido Caféico
4	7.40	6.88	NI
5	7.87	148.20	Quercetina 3 glucósido
6	8.34	16.39	NI
7	8.71	8.30	NI
8	9.88	1.78	NI
9	10.43	2.01	Catequina
10	19.89	3.66	NI
11	22.94	2.75	NI

Nota. TR: tiempo de retención en minutos; NI: no identificado.

En la tabla 9 se reportan 11 metabolitos secundarios separados y detectados por HPLC, para el extracto de de las semillas de *Bocconia frutescens* L., donde uno de los componentes es notablemente mayoritario, con un tiempo de retención de 7.87 min, los otros componentes son minoritarios. Se han identificado cuatro componentes, ácido gálico (TR de 5.39), ácido cafeico (TR de 6.44), Quercetina 3 Glucosido (TR de 7.87) componente mayoritario y catequina (TR de 10.43), componentes minoritarios. El equipo de HPLC a través de su detector UV-Visible, grafica los espectros UV para cada componente identificado, cuyos espectros y sus estructuras químicas se muestran a continuación.

En la figura 6 se muestra la estructura química del ácido gálico y en la figura 7 se muestra su espectro UV-Visible, reportado por el detector del equipo de HPLC, del tiempo de retención de 5.39 minutos.

Figura 6*Ácido gálico***Figura 7***Espectro UV-Visible del ácido gálico**Fuente. HPLC (UNSAAC)*

El ácido gálico presenta máxima absorbancia entre 267 – 280 nm (Junhai et al. 2025), en este caso a 260 nm.

Los espectros de señales refieren la pureza de la muestra, si las señales se sobreponen haciendo una sola gráfica, indican que la muestra es pura (deseable), y lo contrario si las señales no se sobreponen (Agilent Serie 1200, 2006).

El tiempo de retención del ácido gálico en HPLC es variable según la metodología, pero comúnmente se sitúa entre 2 y 6 minutos en sistemas de fase reversa (C18). Un tiempo de retención de 5.39 minutos (o valores cercanos como 5.34-5.42 min) es totalmente normal y reportado en la literatura en condiciones específicas. Este tiempo (5.39 minutos) se debe a la interacción moderada del ácido gálico (que es polar) con la fase estacionaria y la fase móvil

utilizada, que tiene un porcentaje moderado de disolvente orgánico (acetonitrilo) mezclado con agua acidificada (ácido fosfórico, H_3PO_4 , y ácido fórmico, CH_2O_2) lo cual hace que el ácido gálico eluya en este rango. Al acidificar la fase móvil, se suprime la ionización del grupo carboxilo del ácido gálico, permitiéndole interactuar más con la columna C18 y retrasando su salida a más de 5 minutos. Igual interpretación se puede hacer para los otros metabolitos identificados, no obstante hay que considerar que los tiempos de retención en HPLC no son universales. Varían según la columna (longitud, diámetro), la fase móvil (pH, gradiente), la temperatura y el flujo del equipo (Chromatography Today, 2026).

La comparación entre el espectro HPLC (Cromatografía líquida de alta resolución) y UV-Visible (espectrofotometría directa) para el ácido gálico está basado principalmente en la capacidad de separación de mezclas y la pureza de la señal; ambos se basan en la propiedad de absorción electrónica. El HPLC hace una separación y cuantificación del metabolito secundario en general (ácido gálico en este caso) y el UV-visible indica el máximo donde absorbe (Greenwood, 2026).

Al ácido gálico se le han atribuido algunas propiedades biológicas, entre ellas: efecto bactericida, anticancerígena y, recientemente, antiviral; todo esto es por su capacidad antioxidante, ya que atrapa, de una manera fácil, radicales libres y ayuda en la mayoría de los sistemas biológicos generando un efecto positivo (Govea et al., 2013).

En la figura 8 se muestra la estructura química del ácido caféico y en la figura 9 se muestra su espectro UV-Visible, reportado por el detector del equipo de HPLC, y corresponde al tiempo de retención de 6.44 minutos.

Figura 8

Ácido Caféico

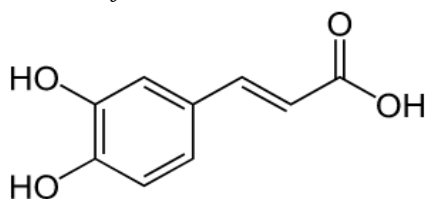
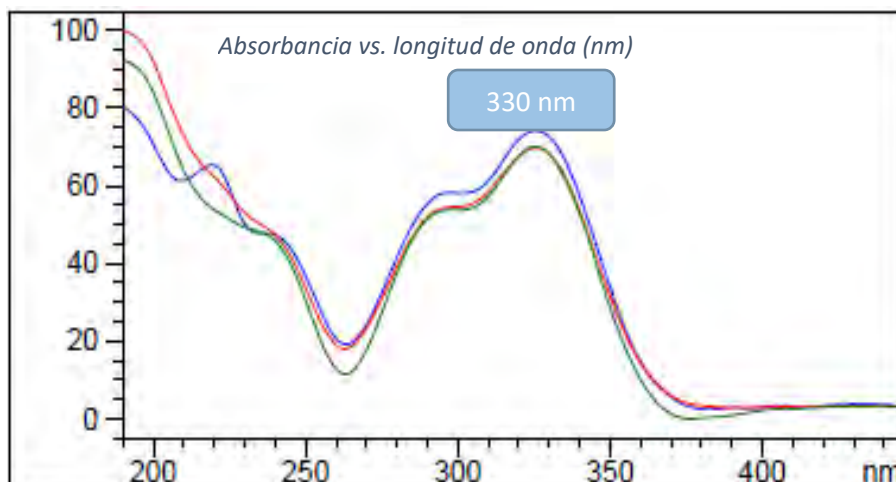


Figura 9*Espectro UV - Visible del Ácido caféico**Fuente. HPLC (UNSAAC)*

El ácido cafeico presenta un máximo de absorción característico entre 320 y 330 nm (Magnani et al. 2015).

Se reporta que el ácido cafeico posee propiedades antioxidantes y supresoras de la oxidación de grasas. Como antioxidante es uno de los ácidos fenólicos más potentes, siendo su actividad la más alta entre los ácidos hidrocínámicos (Lifeder, 2024).

En la figura 10 se muestra la estructura química de Quercetina 3 glucósido y en la figura 11 se muestra su espectro UV-Visible, reportado por el detector del equipo de HPLC y corresponde al tiempo de retención de 7.87 minutos.

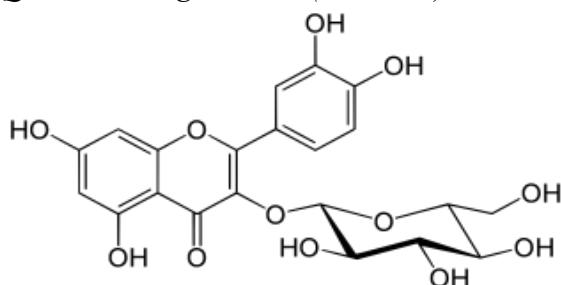
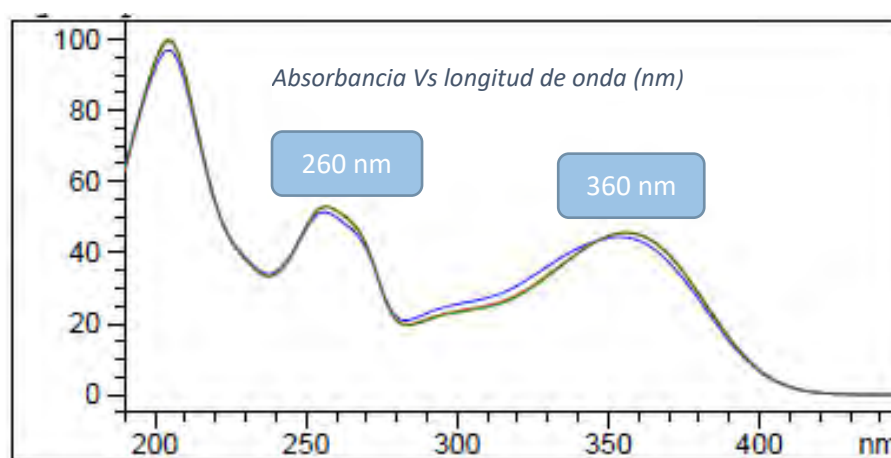
Figura 10*Quercetina 3 glucósido (Flavonol)*

Figura 11

Espectro UV - Visible de la quercetina 3 glucósido.



Fuente. HPLC (UNSAAC)

La quercetina 3 glucósido presenta 2 bandas características, a 260 nm y a 360 nm (Cioffi et al. 2023).

Es un antioxidante natural presente en gran variedad de alimentos que se ha asociado con la prevención de determinadas enfermedades. Sus propiedades beneficiosas han sido claramente demostradas en estudios preclínicos (Vicente et al., 2023).

En la figura 12 se muestra la estructura química de Catequina y en la figura 13 se muestra su espectro UV-Visible reportado por el detector del equipo de HPLC y este metabolito corresponde al tiempo de retención de 10.43 minutos.

Figura 12

Catequina

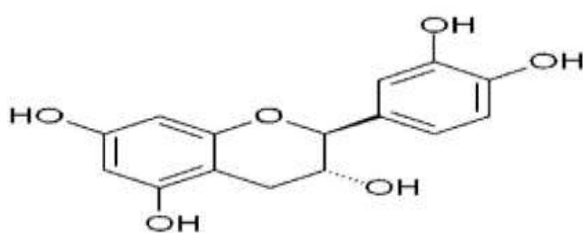
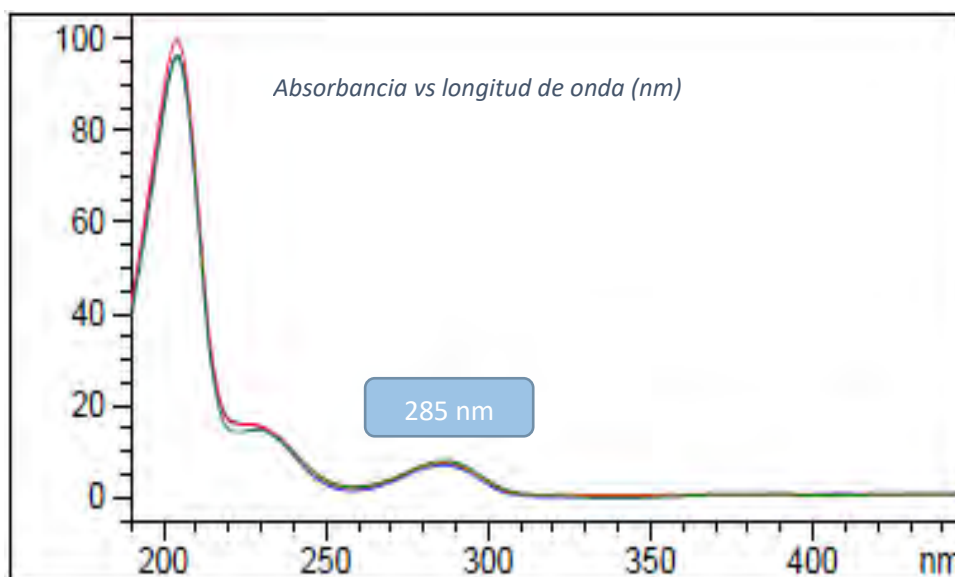


Figura 13

Espectro UV - Visible de catequina



Fuente. HPLC (UNSAAC)

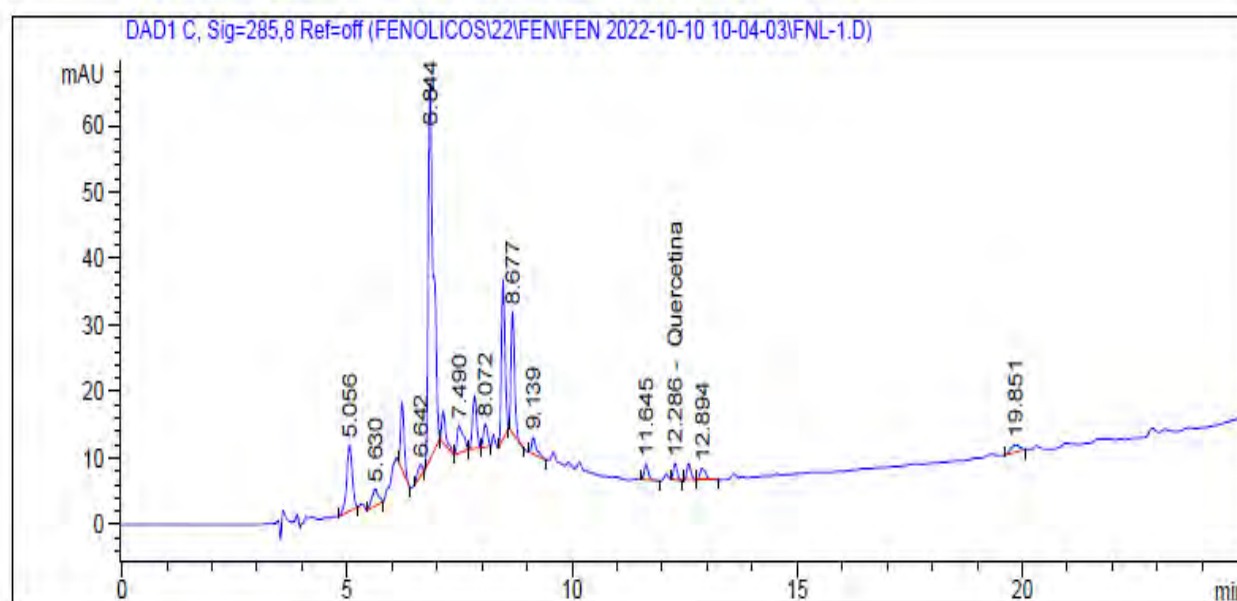
La catequina muestra un espectro característico de compuestos fenólicos con una banda principal entre 240 – 295 nm (Zhang et al. 2013).

La catequina es un flavonoide polifenólico natural que se encuentra en los frutos de las plantas. Tiene propiedades antioxidantes, anticancerígenos, antiinflamatorios, antibacterianos y antivirales, además de potenciador inmunológico para proteger de las enfermedades coronarias, neurodegenerativas e inflamatorias y evitar el crecimiento de células cancerígenas (Alshatwi et al., 2014).

El resultado de la separación de los componentes del extracto etanólico de *Rumex obtusifolius* L., por HPLC, es el perfil cromatográfico reportado por el equipo, el cual se muestra en la figura 14.

Figura 14

Perfil cromatográfico del extracto de Rumex obtusifolius L. determinado por HPLC



Fuente. HPLC (UNSAAC)

El perfil cromatográfico obtenido por HPLC del extracto de *Rumex obtusifolius* L. de la figura 14, muestra 22 picos registrados a diferente tiempo de retención, cada pico corresponde a un tipo de metabolito secundarios separado y el área debajo del pico es proporcional a la abundancia relativa del metabolito.

La identificación de uno de los componentes fenólicos del extracto de *R. obtusifolius* L., determinado por comparación del tiempo de retención y el espectro UV-Visible registrado por el equipo HPLC para el componente del extracto, con el tiempo de retención y el espectro UV-Visible de estándares de la librería del equipo, se muestra en la tabla 10.

Tabla 10

Compuesto fenólico identificado en el extracto de R. obtusifolius L.

Pico	TR	ug/mL de Extracto	Compuestos
1	5.06	27.54	NI
2	5.63	7.51	NI
3	6.10	2.85	NI
4	6.22	18.04	NI
5	6.64	3.27	NI
6	6.84	149.80	Catequina
7	7.14	8.74	NI
8	7.49	12.11	NI
9	7.83	15.73	NI
10	8.07	6.12	NI
11	8.25	1.62	NI
12	8.47	43.45	NI
13	8.68	32.90	NI
14	9.14	5.24	NI
15	9.58	2.42	NI
16	10.17	1.63	NI
17	11.65	3.87	NI
18	12.29	3.62	NI
19	12.59	4.27	NI
20	12.89	4.23	NI
21	19.85	4.02	NI
22	22.88	1.69	NI

Nota. TR: tiempo de retención en minutos; NI: no identificado.

En la tabla 10 se reportan 22 metabolitos secundarios separados y detectados por HPLC, en el extracto de *Rumex obtusifolius* L., donde se observa que se ha identificado un solo componente, que corresponde a la catequina con el tiempo de retención de 6.84 minutos y es uno de los componentes mayoritarios. El equipo de HPLC a través de su detector UV-Visible, grafica los espectros UV para cada componente identificado.

La identificación de un solo componente en el extracto etanólico de raíz mediante HPLC, a pesar de observar múltiples picos (22 en total), podría deberse a la complejidad de la muestra del extracto y quizás a limitaciones técnicas del método analítico. Aunque los picos aparecen en el cromatograma, no todos pueden ser identificados, ya que la identificación se

sustenta habitualmente en comparar el tiempo de retención del extracto con el estándar referencial del equipo, habiendo la posibilidad que no se tengan estándares comparativos para los 21 componentes detectados (Chromatography Today, 2026).

4.4. De la determinación del efecto bactericida de los extractos

Los resultados de la determinación del efecto bactericida de los extractos de *Rumex obtusifolius* L. y *Bocconia frutescens* L. frente a las cepas de *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* y *Staphylococcus aureus*, evaluado por el método de difusión, se muestran en las tablas 11 y 12 respectivamente.

Tabla 11

Efecto bactericida del extracto de Rumex obtusifolius L.

Cepas de bacterias	Control positivo (Neomicina sulfato [40, 1, 2 mg/mL])	Control negativo (Etanol 96°)	Concentración del Extracto [3.4 mg/mL]
	Halo de inhibición (mm)		
<i>Escherichia coli</i> (ATCC 8739)	21.00 (40 mg/mL)	6.00	6.00
<i>Salmonella typhimurium</i> (ATCC 13311)	17.78 (1 mg/mL)	6.00	6.00
<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 6538)	17.48 (2 mg/mL)	6.17	6.00

Nota. Los resultados son promedio de la repetición de tres ensayos, el diámetro de los pocillos es de 6 mm, por consiguiente, cuando se reporta esta medida indica que no hay formación de halos de inhibición, es decir, no hay efecto bactericida.

Los resultados de la tabla 11, muestran que en el extracto de las raíces de *Rumex obtusifolius* L. no hay formación de halo de inhibición, por tanto, este extracto etanólico no presenta efecto bactericida para las cepas de las bacterias *Escherichia coli* (ATCC 8739), *Salmonella typhimurium* (ATCC 13311) y *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538).

El efecto bactericida, para el extracto de etanol al 96% de la raíz de *Rumex obtusifolius* L., frente a las cepas analizadas fue negativo. Sin embargo, Orbán-Gyapai et al. (2017) reportan actividad antibacteriana positiva para el extracto de cloroformo y n-hexano de las raíces de 14 especies de *Rumex*, entre las cuales está *R. obtusifolius* L, contra diversas cepas bacterianas

como *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y otras; sin embargo, los disolventes utilizados para la extracción fueron cloroformo (baja polaridad) y hexano (apolar), de diferente polaridad al etanol de 96%, por consiguiente, los metabolitos secundarios extraídos también son diferentes para cada disolvente. Pero, Harshaw et al. (2010) reportan efecto antibacteriano negativo, para extractos de n-hexano, diclorometano y metanol obtenidos por extracción secuencial de hojas de *R. obtusifolius* contra cepas de *Staphylococcus aureus* (NTCN 1803) y otras; en este caso son muestras de hojas que no siempre contienen los mismos metabolitos que la raíz, por tanto, presentan diferente efecto bactericida.

Estudios de efecto bactericida para otras especies del género *Rumex*, son reportadas por Ramirez y Diaz (2007) para *Rumex conglomeratus* contra la cepa de *S. aureus* (ATCC 25923) de extracto etanólico de raíces, hojas y espigas, mostró eficacia a diferencia de la presente investigación. También Soto et al. (2015) para el extracto etanólico de la raíz de *Rumex crispus* L., contra *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) reportó resultado positivo de efecto bactericida, estos resultados difieren de la presente investigación, porque las muestras de raíz son de otras especies *Rumex*. Las especies de un mismo género, generalmente muestran variación en cuanto a la composición y concentración de sus metabolitos secundarios (Brúneton, 2001).

Tabla 12

Efecto bactericida del extracto de Bocconia frutescens L.

Cepas de bacterias	Control positivo (Gentamicina 20 mg/mL)	Control negativo (Alcohol 96°)	Concentración del Extracto [3.3 mg/mL]
	Halo de inhibición (mm)		
<i>Escherichia coli</i> (ATCC 8739)	35.60	6.00	6.77
<i>Salmonella typhimurium</i> (ATCC 13311)	34.31	6.00	6.91
<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 6538)	22.47	6.00	15.10

Nota. Los resultados son promedio de la repetición de tres ensayos, el diámetro de los pocillos es de 6 mm, si esta medida es reportada indica que no hay efecto bactericida.

Los resultados de la tabla 12, muestran diferentes halos de inhibición para el extracto de semillas de *Bocconia frutescens* L. en etanol al 96% contra las cepas de las bacterias *Escherichia coli* (ATCC 8739), *Salmonella typhimurium* (ATCC 13311) y *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538); estos resultados indican, que este extracto presenta efecto bactericida para las tres cepas bacterianas, siendo el efecto bactericida menor al del control positivo (Gentamicina). El mayor efecto bactericida es para *Staphylococcus aureus* con un promedio de 15.10 mm, seguido por *Salmonella typhimurium* con un promedio de 6.91 mm y luego *Escherichia coli* con promedio de 6.77 mm.

Estos resultados positivos de efecto antibacteriano tienen concordancia con el estudio realizado por Sanchez et al. (2006), quienes reportan efecto bactericida contra *S. aureus* (ATCC 4012), con extracto de etanol de hojas de *Bocconia frutescens* L; aunque la presente investigación se desarrolló con muestras de semillas, concluyeron que el efecto bactericida es por acción sinérgica, debido a que aislaron metabolitos e hicieron pruebas individualmente de los mismos sin resultados favorables.

En el caso de moléculas antibióticas, cada una tiene un halo de inhibición específico y esta en función del tamaño de la molécula y su polaridad, es así que un antibiótico con un peso molecular bajo como la penicilina tendrá mayor capacidad para migrar y su halo será más amplio; si se trata de un antibiótico grande e hidrofóbico su halo será más pequeño, esto sugiere que no se puede afirmar que un halo de inhibición de menor tamaño tenga menos efecto bactericida (Herrera, 1999); en este caso los extractos analizados tienen metabolitos secundarios no del todo definidos plenamente.

Calculando la desviación estándar de los tres halos de inhibición (6.77, 6.91 y 15.10)

La desviación estándar es una medida estadística que indica la dispersión o variabilidad de un conjunto de datos respecto a su media. Una desviación baja refiere que los datos están

agrupados cerca del promedio, mientras que una desviación estándar alta señala mayor dispersión. Se calcula como la raíz cuadrada de la varianza (Marshall Hargrave, 2026).

Detallando el cálculo:

- Media aritmética:

$$X = (6.77 + 6.91 + 15.10) / 3 = 28.78/3 = 9.593$$

- Calculando las desviaciones al cuadrado:

$$(6.77 - 9.593)^2 = (-2.823)^2 = 7.971$$

$$(6.91 - 9.593)^2 = (-2.683)^2 = 7.200$$

$$(15.10 - 9.593)^2 = (5.507)^2 = 30.323$$

- Calculando la varianza (σ^2):

$$\text{Suma de cuadrados: } 7.971 + 7.200 + 30.323 = 45.494$$

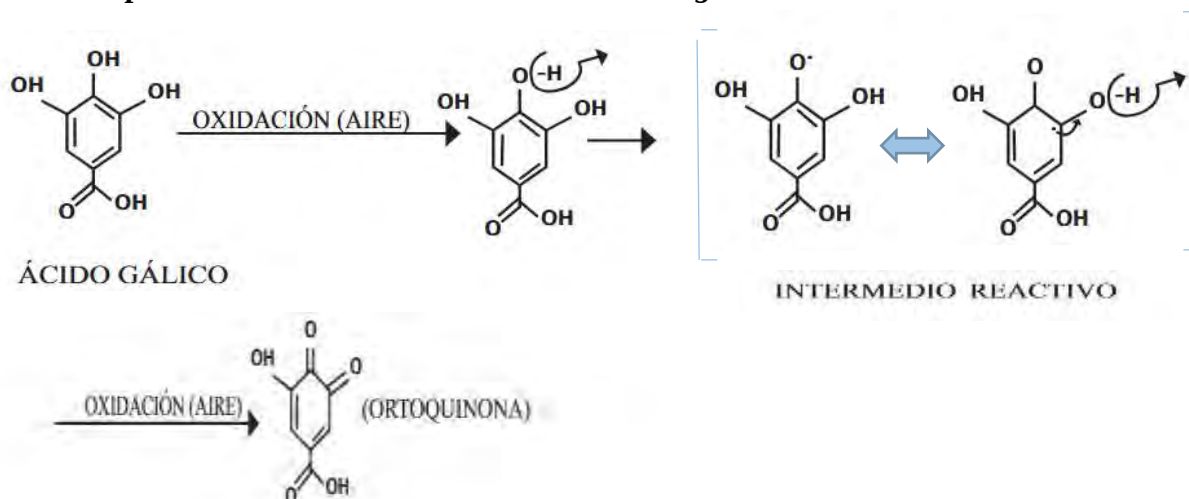
$$\text{Varianza: } \sigma^2 = (45.494/3) = 15.165$$

- Calculando la desviación estándar:

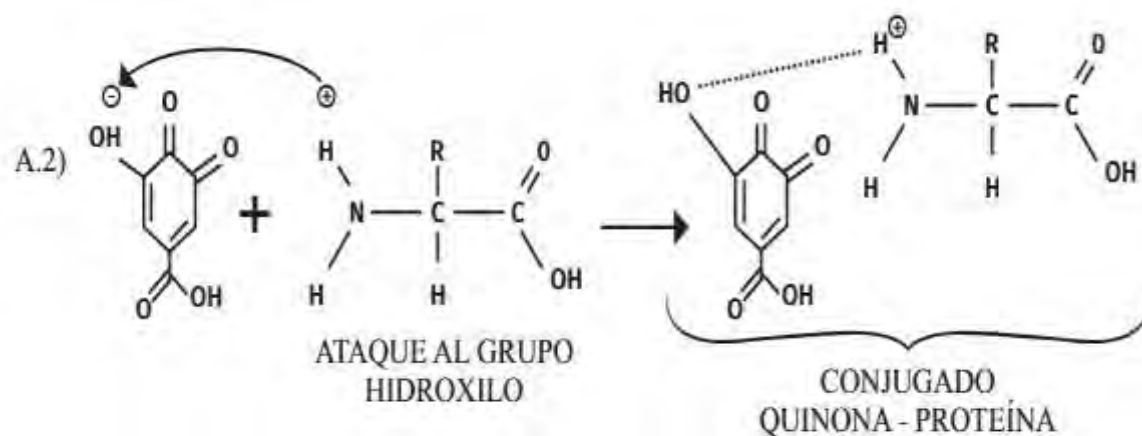
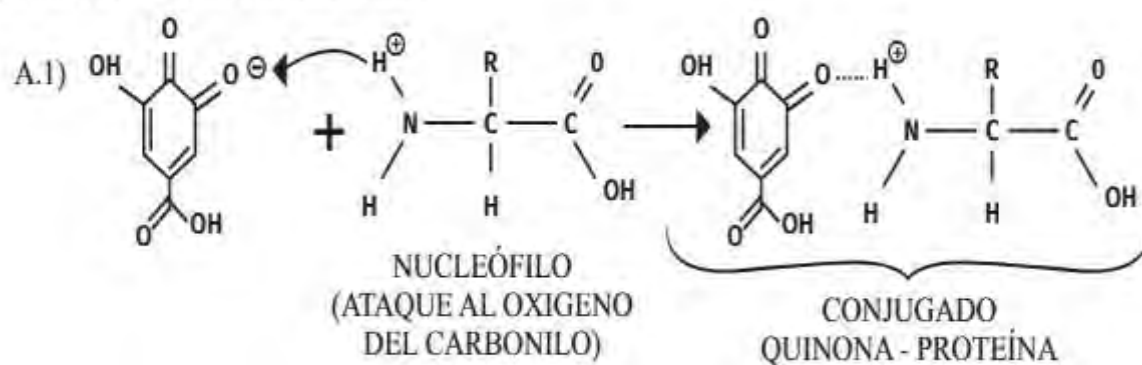
$$\sigma = \sqrt{15.165} = 3.894$$

Al tener la media (promedio) un valor de 9.593, el valor obtenido de la desviación estándar de 3.894 es estadísticamente alto respecto a la media, lo que indica que hay mucha dispersión. Esto se confirma por el valor de 15.10 respecto a los otros valores, 6.77 y 6.91, siendo estos últimos valores más cercanos entre si y diferentes a 15.10, por eso la dispersión.

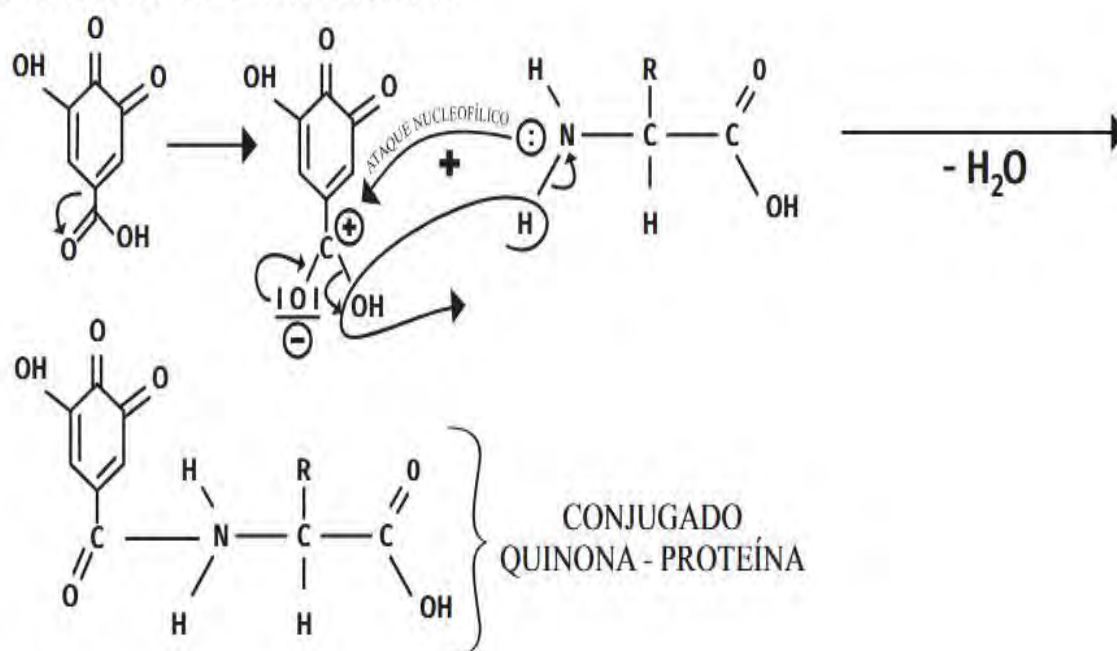
4.4.1. Propuesta de mecanismo bactericida del ácido gálico



A) POR PUENTE DE HIDRÓGENO:



B) POR FORMACIÓN DE ENLACE AMIDA:



- Los conjugados inactivan a la bacteria (la mata) debido a que alteran la estructura y función de la pared bacteriana (Keyvani-Ghamsari et al., 2023).
- El ácido gálico es uno de los metabolitos encontrados en el extracto de semillas de *Bocconia frutescens* L.

4.5. Del Análisis estadístico

El análisis estadístico se hizo por el método ANOVA de un factor (extracto) que tiene por finalidad comparar y verificar si los promedios de los halos de inhibición de las cepas son estadísticamente iguales o no, para lo cual enunciarnos la hipótesis de igualdad, utilizando el test F.

4.5.1. Análisis estadístico para las tres cepas

De la tabla 13 se concluye que el resultado de F para el análisis de los halos de las tres cepas es 406.4599, el cuál es un valor muy superior al valor crítico F, 5.1433, esto indica que por lo menos un promedio de halos de inhibición es diferente y efectivamente, se observa que el promedio de los halos de *S. aureus* es muy diferente y superior, 15.1031 mm, a los promedios de los dos halos, *E. coli* con 6.7667 mm y *S. typhimurium* 6.9133 mm. Este resultado lleva a descartar la hipótesis inicial que los tres promedios de halo de inhibición son estadísticamente iguales; el resultado diferente de *S. aureus* es por el hecho de ser una cepa gram (+) y al tener la pared bacteriana solo una capa de peptidogluano, a diferencia de las gram (-) que tienen una capa exterior aparte de la fina capa de peptidoglucano, hace que el extracto fluya más y por ende tenga un mayor halo de inhibición.

4.5.2. Análisis estadístico para dos cepas con promedios cercanos (*E. coli* y *S. typhimurium*)

En la tabla 14 tenemos el resultado de F para el análisis de las dos cepas (*E. coli* y *S. typhimurium*) con promedios cercanos y se obtuvo un valor F de 0.1348 y como F crítico 7.7086 lo cual muestra que el valor F no supera al valor crítico, esto indica que estadísticamente los promedios de los halos de inhibición de ambas cepas son iguales. Esto tiene concordancia con el hecho que ambas cepas son gram (-) presentando la misma estructura general de la pared bacteriana y partes interiores.

Tabla 13

Análisis estadístico mediante Anova de un factor para las tres cepas

<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella typhimurium</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
7.39	6.71	15.21
6.33	6.64	14.92
6.58	7.39	15.18

Resultados de los tres análisis

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN (son el promedio y la varianza)

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
<i>Escherichia coli</i>	3	20.30	6.7667	0.3070
<i>Salmonella typhimurium</i>	3	20.74	6.9133	0.1716
<i>Staphylococcus aureus</i>	3	45.31	15.1033	0.0254

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	136.5976	2	68.2988	406.4599	0.0000004	5.1433
Dentro de los grupos	1.0082	6	0.1680			
Total	137.6058	8				

Nota. Existen diferencias significativas

Tabla 14

Análisis estadístico mediante Anova de un factor para dos cepas con promedios cercanos

<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella typhimurium</i>
7.39	6.71
6.33	6.64
6.58	7.39

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
<i>Escherichia coli</i>	3	20.30	6.7667	0.3070
<i>Salmonella typhimurium</i>	3	20.74	6.9133	0.1716

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.0323	1	0.0323	0.1348	0.7321	7.7086
Dentro de los grupos	0.9573	4	0.2393			
Total	0.9896	5				

Nota. No existen diferencias significativas

4.6 De la determinación del efecto bactericida del desinfectante formulado

Los resultados de la determinación del efecto bactericida del desinfectante formulado y elaborado con el extracto de *Bocconia frutescens* L. (no se consideró el extracto de *Rumex obtusifolius* por no tener efecto bactericida), contra las cepas bacterianas de *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Escherichia coli* (ATCC 8739) y *Salmonella typhimurium* (ATCC 13311), se muestran en la tabla 15.

Tabla 15

Efecto bactericida del desinfectante formulado

Cepas de Bacteria	Tiempo de prueba				
	Control	1 minuto	5 minutos	10 minutos	15 minutos
<i>Escherichia coli</i> (ATCC 8739)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)
<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 6538)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)
<i>Salmonella typhimurium</i> (ATCC 13311)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)

Nota. (+) presencia de cepa bacteriana, (-) ausencia de cepa bacteriana. Para cada cepa de bacteria se realizaron una repetición de tres ensayos.

Los resultados de la determinación del efecto bactericida del desinfectante formulado y elaborado, de la tabla 15, muestran que el desinfectante analizado es eficaz como bactericida en los cuatro tiempos ensayados, contra las cepas de *Escherichia coli* (ATCC 8739), *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538) y *Salmonella typhimurium* (ATCC 13311), ya que no hay evidencias de sobrevivencia de las cepas desde el primer minuto, hasta los tiempos de 5, 10 y 15 minutos.

En la presente investigación se formuló y elaboró un desinfectante, y para demostrar la certeza de su efectividad como desinfectante, se realizó el análisis de efecto bactericida frente a las tres cepas bacterianas, siguiendo la normativa de Digesa; este análisis se realizó, a través

del método de dilución, descrito y reportado por la AOAC, un método cualitativo indicado para este tipo de estudios, cuyos resultados de efecto bactericida indican si el desinfectante es eficaz o no, en diferentes tiempos de exposición; donde, no se tiene resultados numéricos de efecto bactericida por ser un análisis cualitativo, pero los resultados indican la efectividad del desinfectante frente a las tres cepas en los cuatro tiempos de control.

Sobre el análisis cualitativo, Stewart (2025) señala que es un método utilizado para examinar datos no numéricos con la finalidad de identificar patrones, tendencias, perspectivas que revelen el significado subyacente de la información. A diferencia del análisis cuantitativo, que se basa en los datos numéricos y los métodos estadísticos, el análisis cualitativo profundiza en el significado de datos, proporcionando un contexto y una comprensión que los números por sí solos no pueden transmitir. Ortega (2023) indica que el análisis de datos cualitativos no se tienen técnicas generales, normas establecidas o fórmulas matemáticas aplicables, como si se considera en el análisis cuantitativo; al no ser traducibles a términos matemáticos no se tiene inferencia estadística. También Alvarenque et al. (2012) indican que mediante este análisis se verifican o rechazan las hipótesis planteadas, si las hipótesis difieren de los resultados esperados pueden ser modificadas o el fenómeno puede ser excluido.

CONCLUSIONES

- 1.- Los porcentajes de extracción obtenidos con el disolvente etanol al 96%, fueron de 19.78% y 13.43% para las muestras de la raíz de *Rumex obtusifolius* L. y para las muestras de semillas de *Bocconia frutescens* L. respectivamente.
- 2.- El análisis fitoquímico cualitativo del extracto de *Rumex obtusifolius* L. muestra como mayores componentes flavonoides, seguido de taninos y baja concentración de alcaloides, esteroides y quinonas; el extracto de *Bocconia frutescens* L. muestra como componentes mayoritarios flavonoides, seguido de una moderada concentración de taninos y esteroides y presencia de concentraciones bajas de alcaloides y quinonas.
- 3.- Por HPLC, en el extracto de de las semillas de *Bocconia frutescens* L, se han detectado presencia de 11 metabolitos secundarios, de los cuales se han identificado cuatro componentes fenólicos, ácido gálico, ácido cafeico, Quercetina 3 Glucósido, componente mayoritario y catequina . En el extracto de *Rumex obtusifolius* L. se han detectado 22 metabolitos secundarios y se ha identificado a la catequina como uno de los componentes mayoritarios.
- 4.- El extracto de las semillas de *Bocconia frutescens* L. presenta efecto bactericida, contra las cepas de las bacterias *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538) 15.10 mm, *Salmonella typhimurium* (ATCC 13311) 6.91mm y *Escherichia coli* (ATCC 8739) 6.77 mm; por el método de difusión. El extracto de las raíces de *Rumex obtusifolius* L. no muestra efecto bactericida para las tres cepas bacterianas.
- 5.- El análisis estadístico del test F, indica igualdad de efecto bactericida de *E. coli* y *S. typhimurium*, cepas gram (-) y difiere para *S. aureus* debido a que esta cepa mostró mayor efecto bactericida, cepa gram (+).

6.- El desinfectante formulado y elaborado con 8% de extracto de las semillas de *Bocconia frutescens* L. es bactericida contra las tres cepas patógenas: *Salmonella typhimurium* y *Escherichia coli*, gram negativas y *Staphylococcus aureus*, gram positivo, determinado por el método de dilución de la AOAC. El desinfectante formulado es de amplio espectro.

RECOMENDACIONES

- Se puede considerar el presente trabajo como una primera aproximación sobre la actividad bactericida de semillas de *Bocconia frutescens* L., se debería seguir investigando sobre las propiedades como la CMI y efecto bactericida o bacteriostáticos de otras partes de las plantas, para la ampliación del conocimiento de la probable utilidad de esta especie vegetal como agente desinfectante en un producto final.
- Los microorganismos patógenos son y serán siempre una amenaza para la salud pública mundial, las bacterias farmacorresistentes son un grave problema que afecta a muchas personas, buscar fuentes naturales de antimicrobianos es prioritario para contrarrestar el avance de la resistencia microbiana.
- Habiendo obtenido resultado positivo del desinfectante elaborado en base a las semillas de *Bocconia frutescens* L. contra las cepas estudiadas sería interesante hacer un estudio de factibilidad para la producción, rentabilidad y comercialización como producto acabado, considerando la tendencia actual al empleo de productos naturales.
- Podría utilizarse otros solventes para la extracción de metabolitos, como metanol (muy polar), hexano (no polar), tetracloruro de carbono (CCl₄) no polar, aunque tóxico, acetato de etilo (moderadamente polar), acetona (polar aprótico), etc.

Referencias

- Adhanom, T. (2024, del 20 al 30 de setiembre). Resistencia a los antimicrobianos [conferencia]. 79º *Periodo de Sesiones de la Asamblea General de las Naciones Unidas*, Nueva York, USA.
<https://www.who.int/es/news/item/19-09-2024-who-at-unga-call-for-urgent--high-level-action-to-address-global-scourge-of-antimicrobial-resistance>
- Agilent Serie 1200 (2006). *Sistemas y módulos LC*.
<https://www.agilent.com>
- Akiyama, H., Fujii, K., Yamasaki, O., Oono, T., Iwatsuki, K. (2001). Antibacterial action of several tannins against *Staphylococcus aureus*. *J Antimicrob Chemother.* 48(4), 487-491.
[doi: 10.1093/jac/48.4.487](https://doi.org/10.1093/jac/48.4.487). PMID: 11581226.
- Alvarenque, J., Cayetano, P., Salvo, J. (2012). Análisis de datos cualitativos. *Slideshare a Scrib company*.
<https://es.slideshare.net/slideshow/analisis-de-datos-cualitativos-14082531/14082531>
- Arango Acosta, J. (2008). *Alcaloides y compuestos nitrogenados*. Universidad de Antioquía, Colombia.
- Arroyo, A., Fajardo, A., Ramírez-Navas, J. (2016). Extracción de flavonoides totales de la envoltura externa de la cebolla roja (*Allium cepa*). *UGCiencias* (ISSN 1021-7444). 22, 119-126.
[doi = {10.18634/ugcj.22v.1i.599}](https://doi.org/10.18634/ugcj.22v.1i.599)
- Betelgeux, (2016), Christeys Food Hygiene.
<https://www.betelgeux.es/>
- Benites (2006). Estructura Básica de flavonoides y sistema de numeración.
https://www.researchgate.net/figure/Figura-4-Estructura-basica-de-flavonoides-y-sistema-de-numeracion-Benitez-2006-Esta_fig3_303960971
- Benites, J., Montalvo, M., Villar, D., Zuñiga, R. (2019). *Desinfectante natural "Limpito"* [Tesis de pregrado, Universidad San Ignacio de Loyola, Lima Perú].

<https://hdl.handle.net/20.500.14005/9319>

Benítez, R., Sarria, R., Gallo, J., Pérez, N., Álvarez, J., Giraldo, C. (2019). Obtención y Rendimiento del extracto etanólico de dos plantas medicinales. Universidad Militar de Nueva Granada, *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 15(1), 31-38.

DOI: <https://doi.org/10.18359/rfcb.3597>

Biblioteca de imágenes de Salud Pública, PHIL 11156, Carr. J. (2001).

<https://phil.cdc.gov/details.aspx?pid=11157>

Biblioteca digital de la medicina tradicional mexicana, (2009).

<http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/apmtm/termino.php?l=3&t=bocconia-frutescens>

Bioservice S.R.L. *La gota de calidad*.

<https://bioservice.com.pe/>

Boyd, K. (2016), Seis Cosas que Debe Saber Sobre la Pingüecula y el Pterigio. *American Academy of Ophthalmology*.

<https://www.aao.org/salud-ocular/consejos/cosas-que-debe-saber-la-pinguecula-y-el-pterigio>

Bueno, J., Martínez, J., Stashenko, E. (2009). Actividad antimicobacteriana de terpenos. *Salud UIS*, 41(3).

<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistasaluduis/article/view/686>

Buitimea, N., Gutierrez, J., Serna, S. (2018). Phenolic protein interactions: Effects on food properties and health benefits. *J. Med Food*, 21, 188-198.

Bruneton J. (2001). Farmacognosia. Fitoquímica. Plantas Medicinales. 2º Edicion. Zaragoza España; Ed. Acribia.

Cabrera Forero, J. (2020). *Identificación primaria de metabolitos secundarios de Ulex europaeus L. retamo espinoso y su actividad biológica*. [Tesis de pre-grado, Universidad La Salle, Bogota D.C.] Programa de Biología.

<https://ciencia.lasalle.edu.co/biologia/97>

- Cakilcioglu, U., Turkoglu, I. (2010). An ethnobotanical survey of medicinal plants in Sivrice (Elazig-Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 132, 165-175.
<https://www.researchgate.net/publication/202343478>
- Campos De la Cruz, J. (2022). *Certificación de Identificación Botánica*. jocamde@gmail.com
- Canet, J. (2016), *Escherichia coli*: características, patogenicidad y prevención (I), *Betelgeux*.
<http://www.betelgeux.es/blog/2016/01/19>
- Castellanos, A. (2022). *Staphylococcus aureus*. Revista digital sobre naturaleza, ciencia y biología.
<https://animalesbiologia.com/ciencia/staphylococcus-aureus>
- Cervantes, E., García, R., & Salazar P. (2014). Características generales del *Staphylococcus aureus*. *Revista Mexicana de Patología Clínica y Medicina de Laboratorio*, 61(1), 28-40.
<https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=48300>
- Cioffi, E., Comuna, L., Piccolella, S., Buono, M., Pacífico, S. (2023). *Quercetina O3-O-Glucuronida* de hojas de vid de Aglianico: una recuperación selectiva sostenible y monitoreo de acumulación. *Foods*, 12(14), 2646.
<https://doi.org/10.3390/foods12142646>
- Corrales, L., González, A., Ávila, S. (2008). *Conceptos Básicos de Microbiología*. Bogotá. Editorial Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.
https://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1794-
- Chromatography Today (2026). Resolver errores comunes en HPLC.
<https://www.chromatographytoday.com/>
- Cruz, D., Verde, M., Salinas, N., Rosales, B., Estrada, I., Méndez, P., Carranza, P., González, M., Castro, J. (2008). Actividad antimicobacteriana de *Juglans regia*, *Juglans mollis*, *Carya illinoensis* y *Bocconia frutescens*. *Phytotherapy Research*, 22(4), 557-559.
<https://doi.org/10.1002/ptr.2343>
- Cruz, J., Dominguez, J., Dominguez, H., Parajo, J. (2001). Antioxidant and antimicrobial effects

of extracts from hydrolysates of lignocellulosic materials. *J Agric Food Chem*, 49(5), 2459-2464.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11368620/>

Contyquim (2022). *¿Cómo se clasifican los antisépticos y desinfectantes?* Blog.

<https://contyquim.com/blog/como-se-clasifican-los-antisepticos-y-desinfectantes>

Cowan, M. (1999). Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clinical Microbiology Reviews*. 12(4), 564-582.

Dirección General de Salud Pública Ambiental e Inocuidad alimentaria (Digesa). *Autorización Sanitaria de Desinfectantes y Plaguicidas de uso doméstico o en Salud Pública*.

http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/Recursos_Naturales/req_pla_des.asp#anchor1

Dixon, A. (2001) Natural products and plant disease resistance. *Nature*, 411(6839), 843-847.

<https://www.nature.com/articles/35081178>

Domingo, D., López-Brea, M. (2003). Plantas con acción antimicrobiana. *Revista Española de Quimioterapia*. 16(4), 385-393.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=786844>

Duarte, A., Jimenez, J., Pineda, J., González, C., García, M. (2020). Extracción de sustancias bioactivas de *Pleurotus ostreatus* (Pleurotaceae) por maceración dinámica. *Acta biol. Colomb*. 25(1), 61-74

DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v25n1.72409>

El Mannoubi, I. (2023). Impact of different solvents on extraction yield, phenolic composition, in vitro antioxidant and antibacterial activities of deseeded *Opuntia stricta* fruit. *J.Umm Al-Qura Univ.Appl. Sci*. 9, 176–184

<https://doi.org/10.1007/s43994-023-00031-y>

El-Hawary, S., Sokkar, N., Ali, Z., Yehia, M. (2011). A profile of bioactive compounds of *Rumex vesicarius* L. *J. Food Sci*, 76(8): 1195-1202.

DOI: [10.1111/j.1750-3841.2011.02370.x](https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02370.x)

Eurolab, (2020) Laboratory Services

<https://www.labaratuar.com/es/>

Fisher Scientific (2025). Ácido tánico, Thermo Scientific Chemicals.

<https://www.fishersci.es/shop/products/tannic-acid-thermo-scientific/11418886>

Fond, E. (2001). Antisépticos y desinfectantes. *Elsevier*, 20(2), 55-64.

<https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-antisepticos-desinfectantes-13780>

Food and Drug Administration. Bad Bug Book (2012). Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins. Second Edition.

<https://www.fda.gov/food/foodborne-pathogens/bad-bug-book-second-edition>

Gallardo, M. (2006). *Acción antimicrobiana de un desinfectante de uso industrial y doméstico sobre cepas de Staphylococcus aureus y Escherichia coli*. [Tesis de Ingeniero en Alimentos. Santiago: Universidad de Chile] 48 p.

http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2006/gallardo_m/html/index-frames.html

Gautam, R., Srivastava, A., Jachak, S. (2010). Simultaneous determination of naphthalene and anthraquinone derivatives in *Rumex nepalensis* Spreng. Roots by HPLC: comparison of different extraction methods and validation. *Phytochemical Analysis*, 22(2), 153-157. <https://doi.org/10.1002/pca.1261>

Gescher, K., Hensel, A., Hafezi, W., Derksen, A., & Kühn, J. (2011). Oligomeric proanthocyanidins from *Rumex acetosa* L. inhibit the attachment of herpes simplex virus type-1. *Antiviral research*, 89(1), 9-18.

Govea, M., Zugasti, A., Silva, S., Vadivia, B., Rodríguez, R., González, CN., Morlett, J. (2013).

Actividad anticancerígena del ácido gálico en modelos biológicos in vitro. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 5(9), 5-11.

https://scholar.google.es/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=8veIfCAAAAJ&citation_for_view=8veIfCAAAAJ:YsMSGlbcyi4C

Greenwood, M. (2026). ¿Qué es la cromatografía líquida de alta resolución ultravioleta (HPLC-UV)?

News Medical Life Sciences.

[https://www.news-medical.net/life-sciences/What-is-High-Performance-Liquid-Chromatography-Ultraviolet-\(HPLC-UV\)](https://www.news-medical.net/life-sciences/What-is-High-Performance-Liquid-Chromatography-Ultraviolet-(HPLC-UV))

Harvey, D. (2024). Cromatografía líquida de alto rendimiento. *Libretexts chemistry*.

https://chem-libretexts-org.translate.goog/Bookshelves/Analytical_Chemistry/

Harshaw, D., Nahar, L., Vadla, B., Saif-E-Naser, G., Sarker, S. (2010). Bioactivity of *Rumex obtusifolius* (Polygonaceae). *Arch. Biol. Sci. Belgrade*, 62(2), 387-393

<https://doi.org/10.2298/ABS1002387H>

Herbario Universidad de Antioquía (2016). Medicina Tradicional en los corregimientos de Medellín.

https://issuu.com/herbariohua/docs/medicina_tradicional_en_los_corregi/123

Herbario de la Universidad Pública de Navarra (2023).

<https://www.unavarra.es/herbario/>

Hernández, J., Hernández, J., Reyes, M., Reyes, R., Vargas, D. (2023). Caracterización de metabolitos secundarios en hoja, corteza y fruto de *Bocconia frutescens*. *Revista mexicana de investigación en Productos Naturales*, 1(1).

<https://www.amipronat.org.mx>

Huaranca Hinostroza, D. (2016). *Efecto antibacteriano de los compuestos fenólicos aislados de las hojas de Rumex crispus L. "romaza" frente a Escherichia coli, ATCC 35218*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho].

<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2327>

Herrera, M. (1999). Pruebas de sensibilidad microbiana de laboratorio. *Revista médica del Hospital de niños Dr. Carlos Sáenz Herrera*, 34 (suppl.), 34-41.

https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1017-85461999000100010

Humeera, N., Kamili, A., Bandh, S., Lone, B., Gousia, N. (2013). Antimicrobial and antioxidant activities of alcoholic extracts of *Rumex dentatus* L. *Microb Pathog*, 57, 17-20.

doi: [10.1016/j.micpath.2013.02.001](https://doi.org/10.1016/j.micpath.2013.02.001)

Hurtado, M., de la Parte, M., & Brito, A. (2002). *Staphylococcus aureus*: Revisión de los mecanismos de patogenicidad y la fisiopatología de la infección estafilocócica. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*; 22(2), 112-118.

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562002000200003

Ilustración médica de la bacteria Salmonella T., Phanie/Alamy, Phillipe Voisin (2019), Foto de stock.

<https://www.alamy.es>

Instituto Nacional del Cáncer (2016). *Diccionario del Cáncer*.

<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario->

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Madrid (2021). *Staphylococcus aureus*.

<https://www.insst.es/agentes-biologicos-basebio/bacterias/staphylococcus-aureus>

Instituto Tecnológico de Veracruz (2023). *Resumen de Pared Celular Bacteriana, Bioquímica*.

<https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-tecnologico-de-veracruz>

Ivanescu, B., Vlase, L., Corciova, A., Lazar, M. (2010). HPLC-DAD-MS study of

polyphenols from *Artemisia absinthium*, *A. annua*, and *A. vulgaris*. *Chemistry of Natural Compounds*, 46(3), 468-470.

<https://doi.org/10.1007/s10600-010-9648-8>

Jiwon, P., Wordeman, K. (2025). Como calcular la concentración de un soluto en gramos por litro.

. *Study.com*

<https://study-com.translate.goog/skill/learn/>

Jonas, M., Ketlogetwe, C., Gandure, J. (2020). Variación de *Jatropha curcas*. Contenido de aceite de semilla y composición de ácidos grasos con etapa d madurez del fruto. *Heliyon*, 6(1), e03285.

<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03285>

Junhai, L., Xiaosha, G., Teng teng teng, Y., Xiaohui, J., Yinku, Li., Xiaoyun, L., Wei, L. (2025).

Extracción asistida por ultrasonidos, optimización, purificación de ácido gálico a partir de cáscara verde de nuez y análisis de sus propiedades antioxidantes y antibacterianas. *Science Direct*.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.118062>

- Keyvani-Ghamsari, S., Rahimi, M., Khorsandi, R. (2023). Una actualización sobre el mecanismo potencial del ácido gálico como agente antibacteriano y anticancerígeno. *Food Science & Nutrition*, 11(10), 5856-5872.
<https://doi.org/10.1002/fsn3.3615>
- Le Bourvellec, C., Renard, C. (2012). Interactions between polyphenols and macromolecules: Quantification methods and mechanisms (2012). *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 52, 213-248.
- Lifeder. (2023). *Ácido caféico*.
<https://www.lifeder.com/acido-cafeico-estructura-propiedades-biosintesis-usos/>.
- Lifeder. (2022). *Salmonella typhimurium*.
<https://www.lifeder.com/salmonella-typhimurium/>.
- Liang, H., Dai, H., Fu, H., Dong, X. (2010). Bioactive compounds from Rumex plants. *Phytochemistry Letters*, 3(4), 181-184.
DOI: [10.1016/j.phytol.2010.05.005](https://doi.org/10.1016/j.phytol.2010.05.005)
- Lira, F. (2021). *Tabla Anova en Excel: cómo crearla e interpretarla*. Ninja Excel.
<https://www.ninjaexcel.com/formulas-y-funciones-de-excel/tabla-anova/>
- Loc Bao, P., Wang, B., Zisu, B., Adhikari, B. (2019). Covalent modification of flaxseed protein isolate by phenolic compounds and the structure and functional properties of the adducts. *Food Chemistry*, 293, 463-471.
- Lock, O. (1994). *Investigación fitoquímica: métodos en el estudio de productos naturales*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial.
DOI: <https://doi.org/10.18800/9788483909522>
- López, C., Aguillón, J. (2015). Evaluación in-vitro de la actividad antifúngica del extracto de *Bocconia frutescens* L. frente al hongo *Trichophyton mentagrophytes*. *Rev. Asoc. Col. Cienc. (Col.)*, 27, 96-104
<file:///C:/Users/Acer/Downloads/107-Texto%20del%20art%C3%ADculo-426-1-10-20151223-1.pdf>

Magnani, C., Stoinov, T., Borges, V., Correa, M., Nunes, H. (2015). Validación del ácido cafeico en emulsión mediante el método espectrofotométrico UV. *Scientific & Academic*.

<http://article.sapub.org/10.5923.j.pc.20150501.03.html>

Marshall Hargrave (2026). Fórmula y usos de la desviación estándar, en comparación con la varianza.

<https://www.investopedia.com>

Mayo Clinic Healthy (2022). *E. coli, síntomas y causas*. Mayo Foundation for Medical Education and Research.

<https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/e-coli/symptoms-causes/syc-20372058>

Mayo Clinic Healthy (2022). *Infección por Salmonella*. Mayo Foundation for Medical Education and Research. (MFMER).

<https://www.mayoclinic.org/es/salmonella/symptoms-causes/syc-20355329>

Microchem Laboratory (2024). *Prueba de dilución de uso de la AOAC (AOAC 955.14; AOAC 9155.15; AOAC 964.02)*.

<https://microchemlab.com/test/aoac-use-dilution-test-aoac-95514-95515-96402/>

Miranda, M., Cuéllar, A. (2001). Manual de Prácticas de Laboratorio. Farmacognosia y Productos Naturales. UH. *Instituto de Farmacia y Alimentos*. Ciudad de La Habana. I, 34-50.

<https://fi-admin.bvsalud.org/document/view/pdmqv>

Muñoz, F. (2016). Identificación de grupos funcionales y taninos naturales. Laboratorio de Química. Universidad de Los Andes. Venezuela.

<http://webdelprofesor.ula.ve/ciencias/fidelmun/practica8aa.pdf>

Natural Poland (2022). Macerado: ¿Qué es y que uso tiene?.

<https://naturalpoland.com/es/artykuly/productos-naturales/macerado-que-es-y-que-uso-tiene/>

National Geographic (2024). Bacterias espejo: qué son y por qué representan una amenaza para la humanidad.

https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/bacterias-espejo-que-son-y-por-que-representan-amenaza-para-humanidad_23945#google_vignette

Orbán-Gyapzi, O., Liktor-Busa, E., Kusz, N., Stefkó, A., Urbán, E., Hohmann, J., Vasas, A. (2017).

Crisómeno antibacteriano de especies de Rumex nativa de la Cuenca de los Cárpatos y el aislamiento de la bioactividad de compuestos de Rumex, *Fitoterapia*, 118, 101-6.

<https://doi.org/10.1016/j.fitote.2017.03.009>

Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2020).

<https://news.un.org/es/story/2020/12/1485362>

Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018).

<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>

Organización Panamericana de la salud (OPS, 2024)

<https://www.paho.org/es/temas/resistencia-antimicrobianos>

Organomation (2025). Preparación de la muestra de HPLC.

<https://www.organomation.com/hplc-sample-preparation>

Ortega, K. (2023). *¿Qué es el análisis de datos cualitativos y que tipos existen?* Saint Leo University, USA.

<https://worldcampus.saintleo.edu/blog/que-es-el-analisis-de-datos-cualitativos>

Ortez, J. (2005). *Prueba de difusión por disco*. American Society for Microbiology.

<https://www.paho.org/sites/default/files/2021-03/susceptibilidad-antimicrobiana-manual-pruebas-2005.pdf>

Parra, D., Castro, M., Aponte, Y. (2016). *Marcha Fitoquímica Preliminar*. Corporación tecnológica de Bogotá, Colombia.

<https://share.google/CnReFhR5HiquCNV8>

Pasachova, J., Ramírez, S. & Muñoz, L. (2019). *Staphylococcus aureus*: generalidades, mecanismos de patogenicidad y colonización celular. *Nova*, 17 (32): 25-38.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702019000200025&lng=en&tlng=es.

Pino, O., Sánchez, Y., Rojas, M., Abreu, Y., & Correa, T. (2012). Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de *Pimpinella anisum* L. *Revista De Protección Vegetal*, 27(3), 181.

<https://revistas.censa.edu.cu/index.php/RPV/article/view/87>

Pontificia Universidad Católica del Ecuador (2019). *Escherichia coli*, clasificación taxonómica.

<https://www.studocu.com>

Prueba de dilución de uso AOAC: Desinfectantes.

<https://www.situbiosciences.com>

Puupponen-Pimia, R., Nohynek, L., Meier, C., Kahkonen, M., Heinonen, M., Hopia, A., Oskman-

Caldentey, K. (2001). *J. Aplicación. Revista de Microbiología*, 90, 497-507.

Quan, T., Banja, S., Sae-leaw, T., Balange, A., Maqsood, S. (1019). Protein polyphenol conjugates:

Antioxidant property, functionalities and their applications. *Trends Food Sci. Technol*, 90,507-517.

Ramirez, L., Díaz, H. (2007). Actividad Antibacteriana de extractos y fracciones del Ruibardo

(*Rumex conglomeratus*). *Revista colombiana de Scientia et Technica*, XIII (33), 397-400.

<https://www.redalyc.org/pdf/849/84933113.pdf>

Rodríguez, F., (2004), *Estudio químico de los alcaloides presentes en las semillas de Bocconia arborea*. [Tesis de Título de Químico Farmacéutico Biólogo, Universidad Nacional Autónoma de México].

[file:///C:/Users/HP/Downloads/0339183%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/0339183%20(2).pdf)

Rosales, B., (2004), *Actividad antimicobacteriana sobre Mycobacterium y/o activadora de macrófagos de extractos de plantas mexicanas conocidas como gordolobo*. [Tesis de Maestro en Microbiología, Universidad Autónoma de Nuevo León, México].

<http://eprints.uanl.mx/1587/1/1020150313.PDF>

Sánchez, E., Hernández, L., Sánchez, J., Martínez, G. (2006). Alkaloids from *Bocconia frutescens* and Biological Activity of their Extract. *Pharmaceutical Biology*, 44(7), 540-543.

Universidad de las Américas, Puebla, México.

<https://doi.org/10.1080/13880200600883106>

Schneegans S., Straza T., Lewis J. (2021). *La carrera contra el tiempo hacia un desarrollo más inteligente*. Informe científico de la UNESCO. París.

https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377250_spa

Schmuck, J., Beckert, S., Brandt, S., Lohr, G., Hermann, F., Schmidt, T., Bekler, T., Hanse, A.

(2015). Extracto de *Rumex acetosa* L. para la profilaxis de la periodontitis: inhibición de la adhesión bacteriana in vitro y de las gingipainas de *Porphyromonas gingivalis* mediante epicatequina-3-O-(4 β →8)-epicatequina-3-O-galato (procianidina-B2-Di-galato). *PLOS ONE*, San Francisco, California, EEUU.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120130>

ScienceDirect (2019). Metabolito Secundario: una descripción general.

<https://www.sciencedirect.com/topics/biochemistry-genetics-and-molecular-biology/secondary-metabolite>.

ScienceDirect (2022). Cromatografía de fase inversa.

<https://www.sciencedirect.com.translate.goog>

SlideShare. (2025). A Scribd company.

<https://es.slideshare.net>

Scribd, Inc. (2023). Reactivo de Wagner y tricloruro de hierro.

<https://es.scribd.com/document/623281359/REACTIVO-DE-WAGNER-y-TRICLORURO-DE-HIERRO>.

Suarez, E., (2010). Valoración in vitro de *Bocconia Frutescens* L. contra *Trichophyton rubrum*.

Comprobando la medicina tradicional, Cult.drog, 15(17),47-58.

[file:///C:/Users/Acer/Downloads/valena72,+Culturaydroga15\(17\)_4.pdf](file:///C:/Users/Acer/Downloads/valena72,+Culturaydroga15(17)_4.pdf)

Soto, M., Soto, K., Santos, A., Moncayo, N. (2015). Metabolitos secundarios y actividad

antibacteriana in vitro del extracto etanólico de la raíz de *Rumex crispus* L. *Revista Química Viva*, (3).

<http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v14n3/moncayo.pdf>

Sponsel, V. (2023). Metabolitos vegetales: primarios vs secundarios. *EBSCO*.

<https://www-ebSCO-com.translate.goog/research-starters/anatomy-and-physiology/plant->

[metabolites-primary-vs-secondary?](#)

Stewart, L. (2025). *Análisis Cualitativo, Definición, Pasos y Ejemplos*. Qualitative Data

Analysis Expert & ATLAS.ti. Professional.

<https://atlasti.com/es/research-hub/analisis-cualitativo#cuales-son-los-cinco-metodos-habituales-de-analisis-cualitativo>

Thornton-Wood (2019). Dendroflora de El Salvador. *Edit. Platform for Cybertaxonomy*.

<https://portal.cybertaxonomy.org/salvador/>

Torres-Mancera, M., López, D., Juárez, V., Paroquín, J. (2015). Extracción y estabilización de ácido

clorogénico a partir de frutas rojas y amarillas como la ciruela y el tejocote. XVI

Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería, Guadalajara, México.

<https://smbb.mx/congresos%20smbb/guadalajara15/PDF/XVI/trabajos/IV/IVC-90.pdf>

Toscano Cartagena, I. (2017). *Determinación de la fracción activa responsable del efecto de*

herbicida del extracto de las inflorescencias de Calliandra Carbonaria sobre malezas

de cultivos de quinua [Tesis de pre-grado, Universidad Central del Ecuador]

<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/14433>

Un Mundo Ecosostenible, dentro de los códigos de la naturaleza (2023).

<https://antropocene.it/es/2023/03/04/rumex-obtusifolius-3/>

Universidad Autónoma del Estado de México (2023). Facultad de Química. *Análisis Fitoquímico*

preliminar para flavonoides, (2).

<https://www.studocu.com>

Universidad De Los Andes, Mérida-Venezuela (2016). *Identificación de Grupos Funcionales y*

Taninos Naturales.

<https://webdelprofesor.ula.ve>

Universidad Nacional Autónoma de México (2020). Departamento de Ciencias Biológicas. *Reactivo de*

Dragendorff.

<https://es.scribd.com/document/445711207/Reactivo-de-Dragendorff-docx>

Universidad Pública de Navarra, herbario.

https://www.unavarra.es/herbario/htm/Rume_obtu.htm

- Valencia, O., Silva, J., Gómez, M., Isaza, J. (2007). Actividad insecticida de extractos de *Bocconia frutescens* L. sobre *Hypothenemus hampei* F. *Scientia Et Technica*, *XIII* (33), 251-252.
<https://doi.org/10.22517/23447214.609>
- Vargas, J. (2024). El reactivo de Dragendorff: Origen, historia e importancia. *Revista Médica Basadrina*, *18*(1), 52-57.
DOI: <https://orcid.org/10.33326/26176068.2024.1.2104>
- Vasas, A., Orbán-Gyapai, O., Hohmann, J. (2015). The Genus *Rumex*: Review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *Journal of Ethnopharmacology*. University of Szeged, Hungary.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2015.09.001>
- Vibrans, H. (2009). Malezas de México, *Bocconia frutescens*.
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/papaveraceae/bocconia-frutescens/fichas/ficha.htm>
- Vicente-Vicente, L., Prieto, M., Morales, A. (2013). Eficacia y seguridad de la quercetina como complemento alimenticio. *Revista toxicológica*, *30*(2), 171-181.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91931189008>
- Vilamajó, M. (2007). Salud ambiental SCP-España. *3tress*.
<https://www.3tres3.com/>
- Yan, X; Joo, M; Lim, J; Whang, W; Sim, S; Im, Ch; Kim, H; Lee, S; Kim, I; & Sohn, U. (2011). The effect of quercetin-3-O- β -D-glucuronopyranoside on indomethacin-induced gastric damage in rats via induction of mucus secretion and down-regulation of ICAM-1 expression. *Archives of Pharmacal Research*, *34*, 1527-1534.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s12272-011-0915-4>
- Zhang, H., Liu, M., Han, S., Wei, Y. (2013). Optimizing the Extraction of Catechin from Peanut Red Skin Using Response Surface Methodology and its Antioxidant Activity. International Conference on Agricultural and Natural Resources Engineering.
<https://doi.org/10.1016/j.ieri.2013.11.109>

Zhengzhou Greatwall (2026). Maximizar el rendimiento con la extracción en alcohol. *Scientific Industrial and Trade Co., Ltd.*
<https://gwsionline.com/es/ethanol-extraction/>

Zurita, G., Duque, H., Cruz, R., Rubio, E., Ramírez, S., Pacheco, Y., Ramírez, G., Villa, N. (2013). Detección de Protopina y α -Tocoferol en la Savia de *Bocconia frutescens* L mediante GC-MS. *Salud y Administración*, 1(1), 3-6.
<https://revista.unsis.edu.mx/index.php/saludyadmon/article/view/3>

ANEXOS

Anexo A: Matriz de Consistencia

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Diseño Metodológico	Muestra
Problema principal ¿Presenta efecto bactericida sobre las cepas de <i>Staphylococcus aureus</i>, <i>Escherichia coli</i> y <i>Salmonella typhimurium</i> los extractos etanólicos de la raíz de <i>Rumex obtusifolius</i> L. (Zarzaparrilla) y de semillas de <i>Bocconia frutescens</i> L. (Yanali)? ¿Presenta efecto bactericida sobre las cepas de <i>Staphylococcus aureus</i>, <i>Escherichia coli</i>, <i>Salmonella typhimurium</i> el desinfectante obtenido en base de ambos extractos o a uno de ellos?	General . Evaluar el efecto bactericida de los extractos de etanol al 96% de la raíz de <i>Rumex obtusifolius</i> L. (Zarzaparrilla) y semillas de <i>Bocconia frutescens</i> L. (Yanali) contra las cepas de <i>Staphylococcus aureus</i>, <i>Escherichia coli</i> y <i>Salmonella typhimurium</i>, para formular un desinfectante natural. Específicos . Obtener los extractos etanólicos al 96 % de la raíz de <i>Rumex obtusifolius</i> L. y de semillas de <i>Bocconia frutescens</i> L. por el método de maceración. . Establecer la presencia o ausencia de metabolitos secundarios en los extractos etanólicos de la raíz de <i>Rumex obtusifolius</i> L. y de las semillas de <i>Bocconia frutescens</i> L. por análisis fitoquímico cualitativo. . Determinar los componentes mayoritarios fenólicos de los extractos etanólicos de la raíz de <i>Rumex obtusifolius</i> L. y de las semillas de <i>Bocconia frutescens</i> L. por HPLC. . Determinar el efecto bactericida de los extractos etanólicos contra las cepas de <i>Staphylococcus aureus</i>, <i>Escherichia coli</i> y <i>Salmonella typhimurium</i> por el método de dilución. . Formular un desinfectante natural con el extracto de mayor efecto bactericida considerando los requisitos exigidos por la Dirección General de Salud Ambiental (Digesa) del Ministerio de Salud.	General . Los extractos presentan efecto bactericida contra las cepas de <i>Staphylococcus aureus</i>, <i>Escherichia coli</i> y <i>Salmonella typhimurium</i>, con cuyos extractos es posible formular un desinfectante natural. Específicas . Los extractos etanólicos al 96% de <i>Rumex obtusifolius</i> L. y <i>Bocconia frutescens</i> L. contienen un alto % de extracto libre de solvente. . Los extractos etanólicos de raíz de <i>Rumex obtusifolius</i> L. y <i>Bocconia frutescens</i> L. presentan metabolitos secundarios detectables por análisis fitoquímico cualitativo. . Los componentes mayoritarios son compuestos fenólicos polares solubles en etanol y son identificados por HPLC. . Los extractos presentan efecto bactericida, . Con el extracto de mayor efecto bactericida es posible formular un desinfectante natural.	V. Descriptivas . % de extracción . Presencia de metabolitos secundarios. . Presencia de compuestos fenólicos mayoritarios. V. Experimentales - Independiente . Concentración de extractos etanólicos. - Dependiente . Efecto bactericida de los extractos etanólicos determinado por halo de inhibición.	Tipo de Investigación . Descriptivo . Experimental	Muestra . Raíz de <i>Rumex obtusifolius</i> L., obtenida los alrededores de la provincia de Anta, Cusco. . Semillas de <i>Bocconia frutescens</i> L., obtenidas en los alrededores de provincia de la Convención, distrito de Santa Ana, Cusco.

Anexo B: Operacionalización de Variables

VARIABLES		INDICADORES (*) Y SUBINDICADORES (**)	EXPRESIÓN FINAL	ESCALA	MEDICIÓN	INSTRUMENTO
VARIABLE INDEPENDIENTE	EXTRACTOS ETANÓLICOS DE RAÍZ DE <i>R. obtusifolius</i> L., SEMILLAS DE <i>B. frutescens</i> L. Y OBTENCIÓN DE DESINFECTANTE	(*) EXTRACTO ETANÓLICO DE <i>R. obtusifolius</i> L.	EXTRACTOS: HALO DE INHIBICIÓN (mm)	EXTRACTOS: RAZÓN	EXTRACTOS: DIRECTA (mm)	EXTRACTOS: DISCO, VERNIER
		(*) EXTRACTO ETANÓLICO DE <i>B. frutescens</i> L.	DESINFECTANTE: PRESENCIA (+) O AUSENCIA (-)	DESINFECTANTE: ORDINAL	DESINFECTANTE: NOMINAL	DESINFECTANTE: PLACA PETRI
		(*) DESINFECTANTE DE <i>B. frutescens</i> L.	DE MICROORGANISMO		DICOTÓMICA	
VARIABLE DEPENDIENTE	EFECTO BACTERICIDA	(*) TIPO DE MONITOREO	EXTRACTOS:	EXTRACTOS:	EXTRACTOS:	EXTRACTOS:
		(**) MONITOREO EN CEPA INÓCULO	HALO DE INHIBICIÓN (mm)	RAZÓN	DIRECTA (mm)	DISCO, VERNIER
		<i>Staphylococcus aureus</i>	DESINFECTANTE:	DESINFECTANTE:	DESINFECTANTE:	DESINFECTANTE:
		<i>Escherichia coli</i>	PRESENCIA (+) O AUSENCIA (-)	ORDINAL	NOMINAL	PLACA PETRI
		<i>Salmonella typhimurium</i>	DE MICROORGANISMO		DICOTÓMICA	
		(*) CONCENTRACIÓN DE LOS EXTRACTOS	EXTRACTOS:	EXTRACTOS:	EXTRACTOS:	EXTRACTOS:
		(**) PURO	HALO DE INHIBICIÓN (mm)	RAZÓN	DIRECTA (mm)	DISCO, VERNIER
		(*) CONCENTRACION DEL DESINFECTANTE	DESINFECTANTE:	DESINFECTANTE:	DESINFECTANTE:	DESINFECTANTE:
		(**) 8 % DEL EXTRACTO	PRESENCIA (+) O AUSENCIA (-)	ORDINAL	NOMINAL	PLACA PETRI
			DE MICROORGANISMO		DICOTÓMICA	
		(*) HALOS DE INHIBICIÓN	EXTRACTOS:	EXTRACTOS:	EXTRACTOS:	EXTRACTOS:
			HALO DE INHIBICIÓN (mm)	RAZÓN	DIRECTA (mm)	DISCO, VERNIER
		(*) TIEMPOS DE CONTROL	DESINFECTANTE:	DESINFECTANTE:	DESINFECTANTE:	DESINFECTANTE:
		(**) A LOS 01, 05, 10 Y 15 MINUTOS	PRESENCIA (+) O AUSENCIA (-)	ORDINAL	NOMINAL	PLACA PETRI
			DE MICROORGANISMO		DICOTÓMICA	

Anexo C: Certificación botánica de *Rumex obtusifolius* L.

JOSÉ R. CAMPOS DE LA CRUZ
CONSULTOR BOTÁNICO
C. B. P. 3796
Cel: 980170139
Email: jocamde@gmail.com



CERTIFICACION DE IDENTIFICACION BOTANICA

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

CERTIFICA:

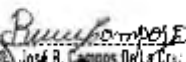
Que, JAVIER ENRIQUE MADGE SORIA, estudiante de Maestría en Química, mención Productos Naturales, de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, con fines de investigación ha solicitado la identificación y certificación botánica de una planta silvestre procedente de la provincia de Anta, departamento del Cusco, donde es conocida con el nombre vulgar de “zarzaparrilla”, la muestra ha sido identificada como *Rumex obtusifolius* L. Según la base de datos de Tropicos del Missouri Botanical Garden que sigue el sistema moderno de clasificación de las angiospermas (APG), publicado en 1998 por el Grupo para la Filogenia de las Angiospermas, el sistema APG evita el uso de la nomenclatura taxonómica clásica por arriba de orden. - Mark W. Chase & James L. Reveal (2009 – APG III) consideran a todas las plantas verdes en la Clase Equisetopsida. Teniendo en cuenta los datos de la base de w³Tropicos, APG III y APG IV, la especie identificada tiene las siguientes categorías taxonómicas y cladados:

Reino: Plantae
División: Angiospermae
Clase: Equisetopsida
Subclase: Magnoliidae
Superorden: Caryophyllanae
Orden: Caryophyllales
Familia: Polynaceae
Género: *Rumex*
Especie: *Rumex obtusifolius* L.

Nombre vulgar: “zarzaparrilla”

Se expide la presente certificación con fines de investigación científica.

Lima, 17 de agosto del 2022


JOSÉ R. CAMPOS DE LA CRUZ
BIÓLOGO
C.B.P. 3796

Jirón Sánchez Silva 156 – 2do. Piso -Urb. Santa Luzmila - Lima 07

Anexo D: Certificación botánica de *Bocconia frutescens* L.

JOSÉ R. CAMPOS DE LA CRUZ
CONSULTOR BOTÁNICO
C. B. P. 3796
Cel.: 980170139
Email: jocamde@gmail.com



CERTIFICACION DE IDENTIFICACION BOTANICA

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

CERTIFICA:

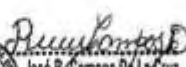
Que, JAVIER ENRIQUE MADGE SORIA, estudiante de Maestría en Química, mención Productos Naturales, de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, con fines de investigación ha solicitado la identificación y certificación botánica de una planta procedente del departamento del Cusco, donde es conocida con el nombre vulgar de “yanali”, la muestra ha sido identificada con el nombre científico de *Bocconia frutescens* L. Según la base de datos de Tropicos del Missouri Botanical Garden que sigue el sistema moderno de clasificación de las angiospermas (APG) publicado en 1998 por el Grupo para la Filogenia de las Angiospermas, el sistema APG evita el uso de la nomenclatura taxonómica clásica por arriba de orden. - Mark W. Chase & James L. Reveal (2009 – APG III) consideran a todas las plantas verdes en la Clase Equisetopsida. Teniendo en cuenta los datos de la base de w'Tropicos, APG III y APG IV, la especie identificada tiene las siguientes categorías taxonómicas y clados:

Reino: Plantae
División: Angiospermae
Clase: Equisetopsida
Subclase: Magnoliidae
Superorden: Ranunculanae
Orden: Ranunculales
Familia: Papaveraceae
Género: *Bocconia*
Especie: *Bocconia frutescens* L.

Nombre vulgar: “yanali”

Se expide la presente certificación con fines de investigación científica.

Lima, 17 de agosto del 2022


JOSÉ R. CAMPOS DE LA CRUZ
BIÓLOGO
C. B. P. 3796

Anexo E: Figuras

Figura 15

Raíz de Rumex Obtusifolius L.



Fuente. Recolección propia en campo.

Figura 16

Semillas de Bocconia Frutescens L.



Fuente. Recolección propia en campo.

Figura 17

Proceso de secado de semillas de Bocconia frutescens L.



Fuente. Laboratorio de Productos Naturales, Facultad de Química e Ing. Química (UNMSM)

Figura 18

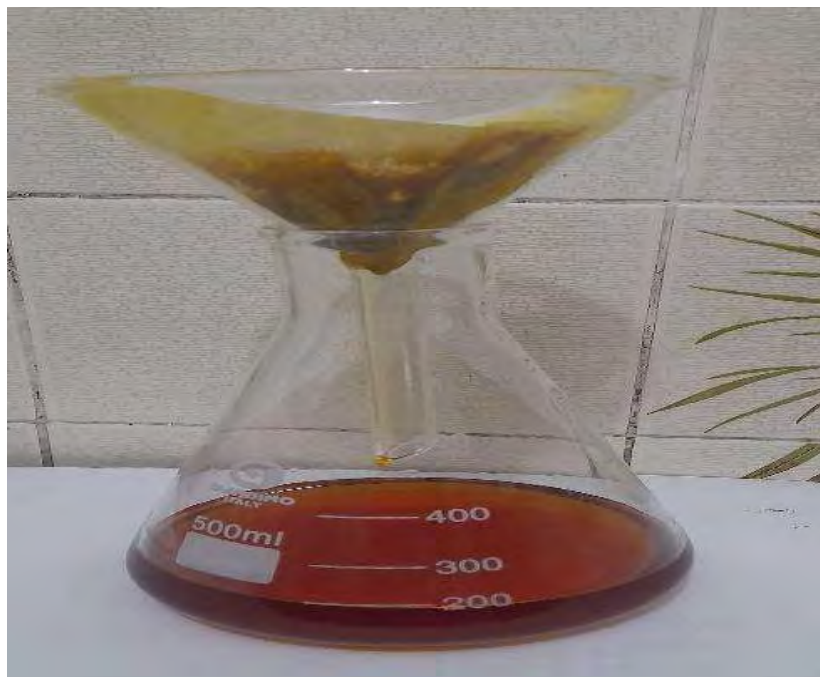
Molienda de raíz de Rumex obtusifolius L.



Fuente. Foto propia.

Figura 19

Extracción de metabolitos de R. obtusifolius L. con etanol 96°



Fuente. Foto propia.

Figura 20

Pesaje de semillas de B. frutescens L.



Fuente. Foto propia.

Figura 21

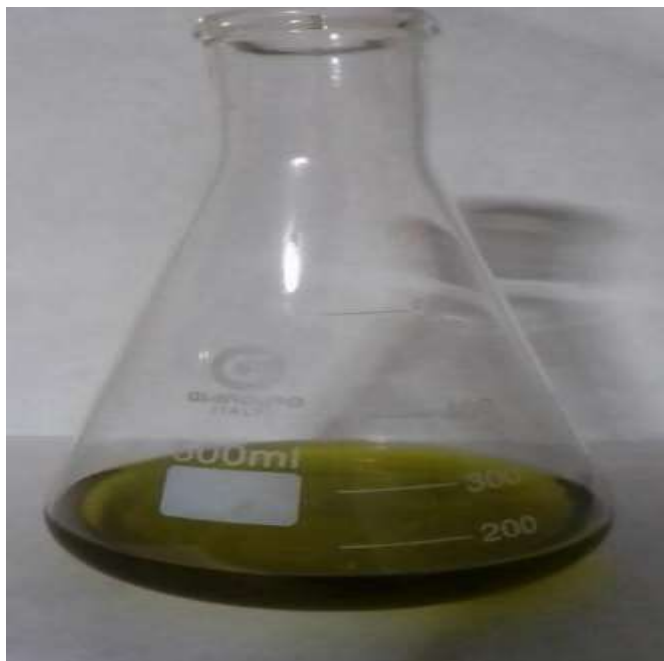
Molienda de las semillas de B. frutescens L.



Fuente. Foto propia.

Figura 22

Proceso de extracción de metabolitos secundarios de Bocconia frutescens L.



Fuente. Foto propia.

Figura 23

Verificando reactivos para la marcha fitoquímica



Fuente. Laboratorio de Productos Naturales, Facultad de Química e Ing. Química (UNMSM).

Figura 24

Ejemplo de halo de inhibición (6.33 mm) contra E. coli del extracto de Bocconia frutescens L.



Fuente. Centro de control analítico, Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNMSM.

Figura 25

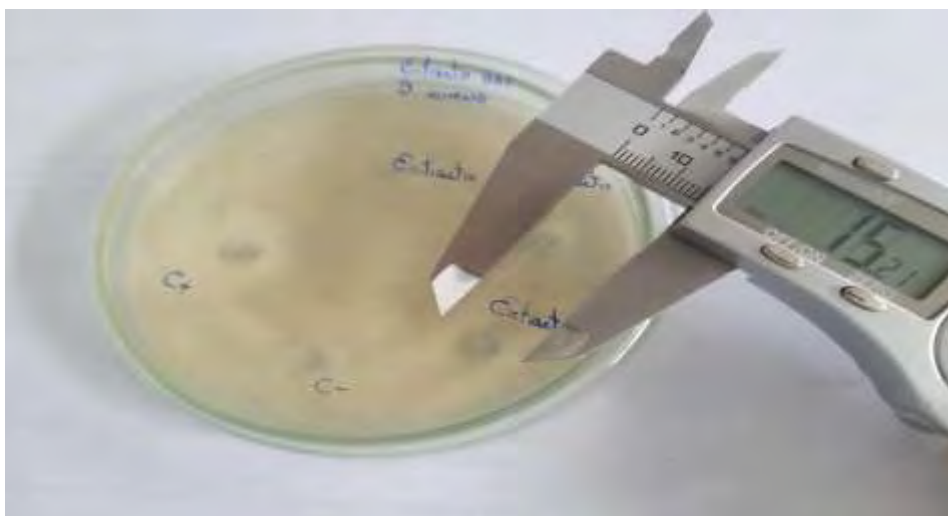
Ejemplo de halo de inhibición (7.39 mm) contra Salmonella typhimurium del extracto de Bocconia frutescens L.



Fuente. Centro de control analítico, Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNMSM.

Figura 26

Ejemplo de halo de inhibición (15.21 mm) contra Staphylococcus aureus del extracto de Bocconia frutescens L.



Fuente. Centro de control analítico, Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNMSM.

Figura 27

Determinando la coloración para el desinfectante elaborado.



Fuente. Laboratorio de Productos Naturales, Facultad de Química e Ing. Química (UNMSM).

Figura 28

Desinfectante en base a extracto de Bocconia frutescens L.



Fuente. Foto propia

Figura 29

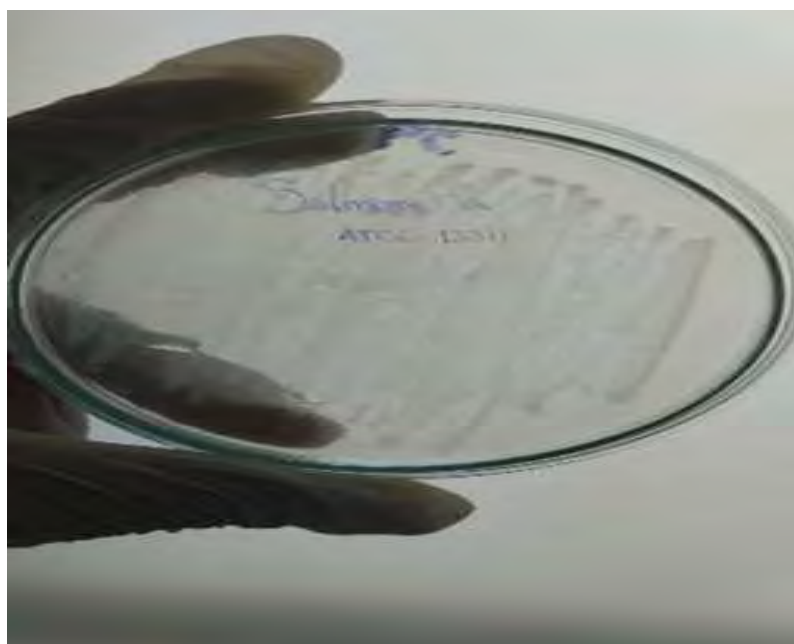
Determinando el pH del desinfectante elaborado



Fuente. Laboratorio de Productos Naturales, Facultad de Química e Ing. Química (UNMSM).

Figura 30

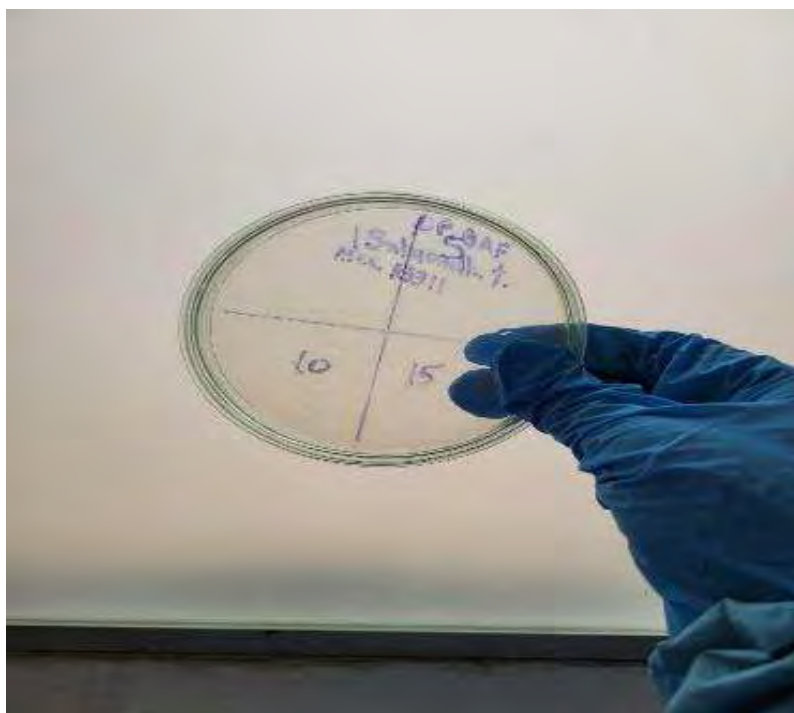
Antes del proceso del enfrentamiento microbiano del desinfectante elaborado en base al extracto etanólico de Bocconia frutescens L. contra Salmonella typhimurium (ATCC 13311).



Fuente. Centro de Control Analítico, Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNMSM.

Figura 31

Después del proceso del enfrentamiento microbiano del desinfectante elaborado en base al extracto etanólico de Bocconia frutescens L. contra Salmonella typhimurium (ATCC 13311).



Fuente. Centro de Control Analítico, Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNMSM.

Figura 32

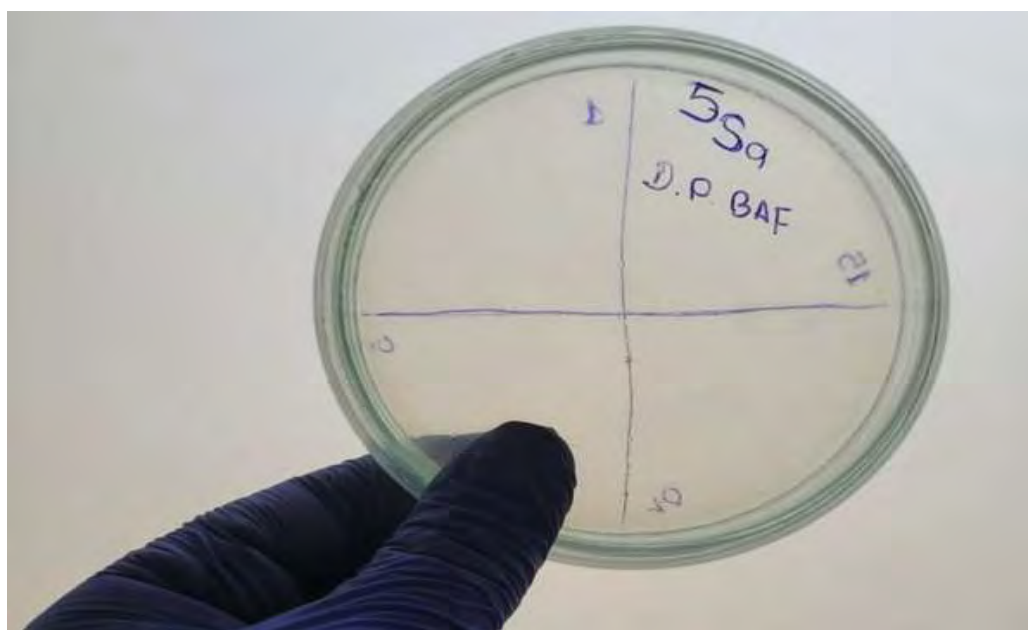
Desinfectante elaborado y placa Petri antes del proceso de enfrentamiento microbiano en base al extracto etanólico de Bocconia frutescens L. contra Staphylococcus aureus (ATCC 6538).



Fuente. Centro de Control Analítico, Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNMSM.

Figura 33

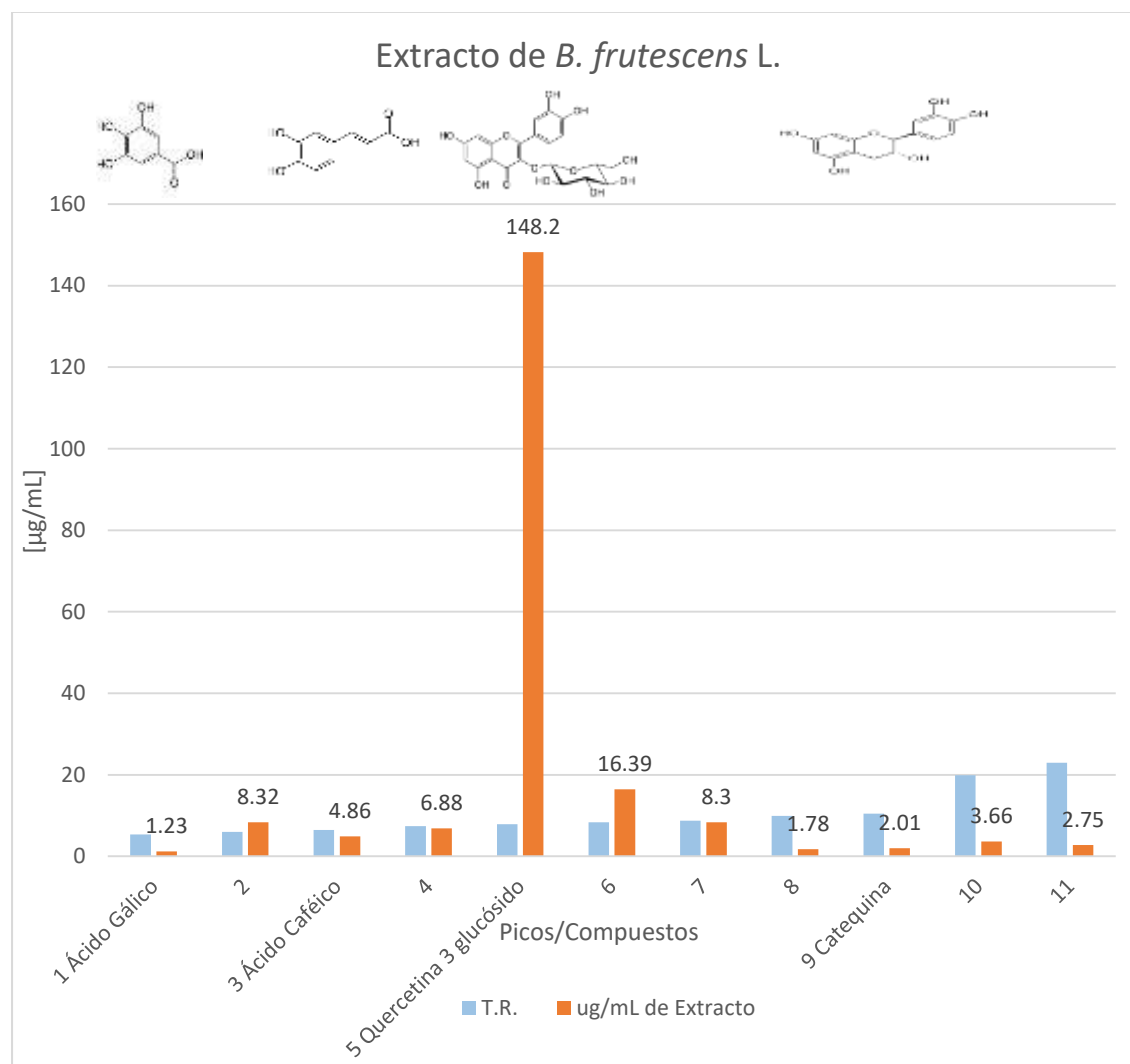
Placa Petri después del proceso de enfrentamiento microbiano en base al extracto etanólico de Bocconia frutescens L. contra Staphylococcus aureus (ATCC 6538).



Fuente. Centro de Control Analítico, Facultad de Farmacia y Bioquímica, UNMSM.

Figura 34

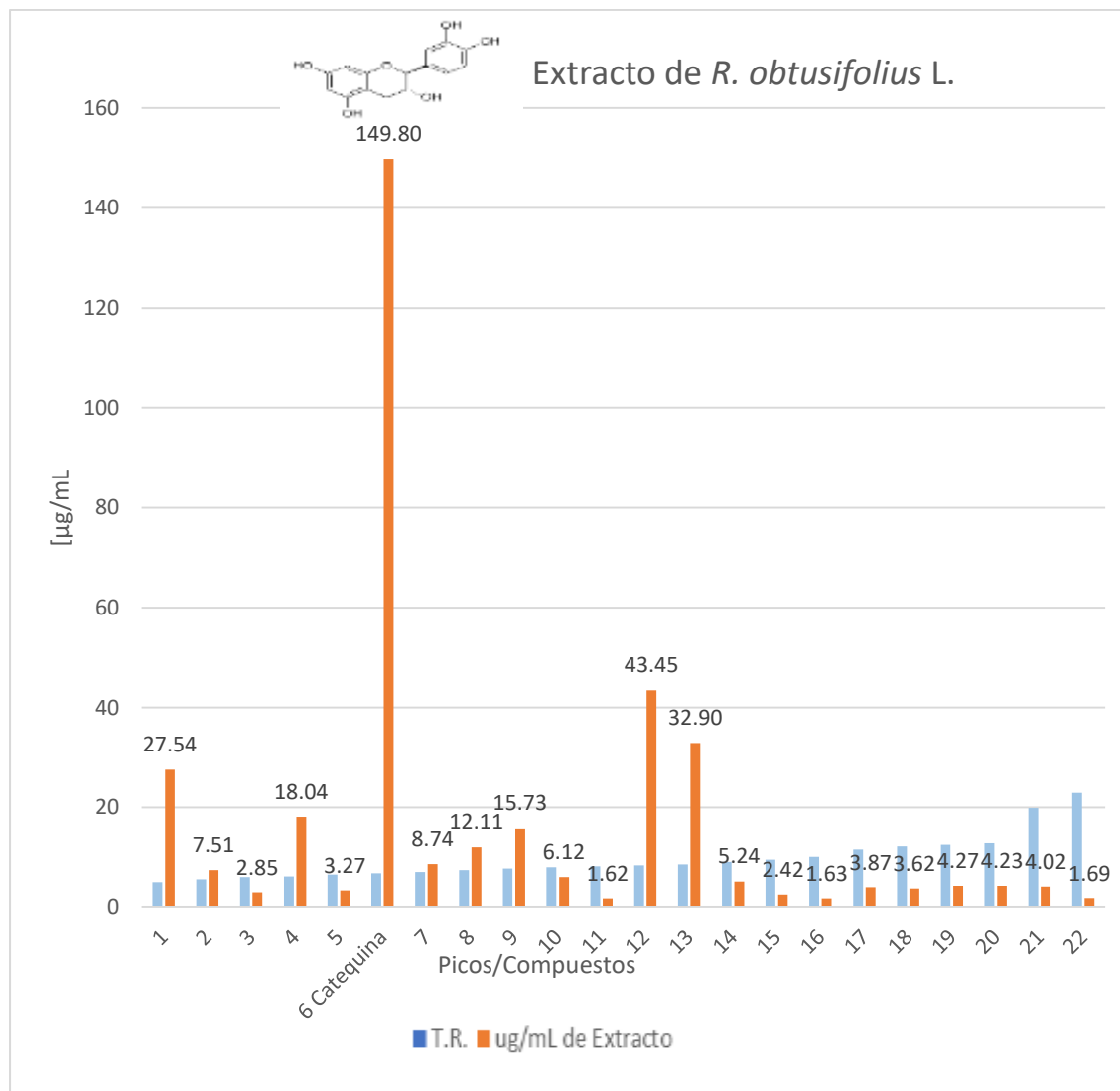
Representación gráfica de los metabolitos secundarios encontrados en el extracto de *Bocconia frutescens* L.



Fuente. Elaboración propia

Figura 35

Representación gráfica de los metabolitos secundarios encontrados en el extracto de *R. obtusifolius* L.



Fuente. Elaboración propia

ANEXO F: REPORTE DE HPLC



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA Y ESPECTROMETRIA – Pabellón de Control de Calidad AV.
De la Cultura 733 CUSCO – PERÚ Contacto 973868855

RESULTADOS

Cusco, 26 de Diciembre del 2022-63

Solicitante : Javier Enrique Madge Soria
Tipo de Análisis : Perfil de compuestos Fenolicos
Método de Análisis : Cromatografía líquida
Tipo de Muestras : Denominado "Extracto etanolico de BAF y Raiz R. obtusifolius"
Cantidad de Muestra : 2, Frascos de vidrio con 100mL aprox de cada uno
Almacenamiento : 4 °C.

Extracto etanolico de BAF

Pico	TR	ug/mL de Extracto	Compuestos
1	5.39	1.23	Ácido Galico
2	5.98	8.32	
3	6.44	4.86	
4	7.40	6.88	Ácido Cafeico
5	7.87	148.20	
6	8.34	16.39	
7	8.71	8.30	Quercetina 3 Glucosido
8	9.88	1.78	
9	10.43	2.01	
10	19.89	3.66	Catequina
11	22.94	2.75	

Extracto Etanolico de R. obtusifolius

Pico	TR	ug/mL de Extracto	Compuestos
1	5.06	27.54	Catequina
2	5.63	7.51	
3	6.10	2.85	
4	6.22	18.04	
5	6.64	3.27	
6	6.84	149.80	
7	7.14	8.74	
8	7.49	12.11	
9	7.83	15.73	
10	8.07	6.12	
11	8.25	1.62	
12	8.47	43.45	
13	8.68	32.90	
14	9.14	5.24	
15	9.58	2.42	
16	10.17	1.63	
17	11.65	3.87	
18	12.29	3.62	
19	12.59	4.27	
20	12.89	4.23	
21	19.85	4.02	
22	22.88	1.69	

TR = Tiempo de retencion en minutos (ver cromatograma)



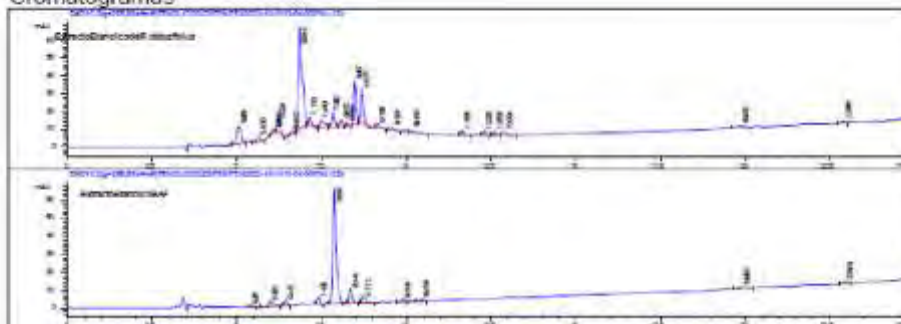
Químico. Jorge Choquenaira Pari
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría – UNSAAC.
CQP - 914



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
LABORATORIO DE CROMATOGRAFÍA Y ESPECTROMETRÍA – Pabellón de Control de Calidad AV.
De la Cultura 733 CUSCO – PERÚ Contacto 973868855

RESULTADOS

Cromatogramas



Muestra	Compuestos Fenolicos ug/ml. de Extracto
Extracto etanolico de BAF	204.36
Extracto Etanolico de R. obtusifolius	360.67

Nota: Se ha detectado la presencia de 11 compuestos para Extracto etanolico de BAF y 22 para Extracto Etanolico de R. obtusifolius (ver cromatograma), cada pico fueron analizados y comparados los espectros UV mediante una librería de espectros de estándares, se tomo en cuenta la coincidencia mas del 90% del espectro UV de la muestra con los estándares que corresponden a compuestos fenolicos. La cantidad se determino mediante una curva de calibración con el estándar de Quercetina, los compuestos Fenolicos totales son la suma total de los compuestos hallados expresa una estimacion del contenido en equivalente de Quercetina en microgramos por mililitro de extracto.



[Handwritten signature]

Químico, Jorge Choquenaira Pari
Analista del Laboratorio de Cromatografía y
Espectrometría – UNSAAC.
CQP - 914



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
 LABORATORIO DE CROMATOGRAFÍA Y ESPECTROMETRÍA – Pabellón de Control de Calidad AV.
 De la Cultura 733 CUSCO – PERÚ Contacto 973868855

RESULTADOS

Condiciones de Análisis por HPLC

Cromatógrafo:	Agilent series 1200
Software:	Chemstation V03.02
Columna:	Zorbax Eclipse XDB C18 4.6d x 250mm, 5µm
Pre Columna:	Zorbax Eclipse XDB-C18 4.6d x 12.5 mm x 5µm
Flujo:	0.800 ml/min.
Solvente A:	85.0 % H ₃ PO ₄ 0.1%
Solvente B:	15.0 % MeCN
Sistema de Análisis:	Inicio 15.0% B, a 10 min 50.0% B, a 20 min 80% B, a 25 min 100% B.
Detección DAD:	285 nm
Temperatura del Horno:	40.0°C
Tiempo de Análisis:	25 min.
Volumen de Inyección:	5.0 µl

Referencia consultada

1. Vrchotová, N & Sera, Bozena & Triska, Jan. (2007). The stilbene and catechin content of the spring sprouts of *Reynoutria* species. *ACTA Chromatographica*. 19.
2. Cjuno Q., Ligarda K. 2013 Cuantificación de Acido Rosmarínico en Seis Plantas Cusqueñas de la Tribu Methear (Lamiaceae) por HPLC – DAD Tesis UNSAAC.
3. Ivanescu, B., Vlase, L., Corciova, A., & Lazar, M. I. (2010). HPLC-DAD-MS study of polyphenols from *Artemisia absinthium*, *A. annua*, and *A. vulgaris*. *Chemistry of Natural Compounds*, 46(3), 468-470. <https://doi.org/10.1007/s10600-010-9648-8>




 Químico Jorge Choquenaira Pari
 Analista del Laboratorio de Cromatografía y
 Espectrometría – UNSAAC.
 CQP - 914

ANEXO G: REPORTES DE ALGUNOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Eficacia antimicrobiana del extracto etanólico de raíz de *Rumex obtusifolius* L. contra *Escherichia coli* (ATCC 8739).



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú. DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
CENPROFARMA
CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO - CCA



PROTOCOLO DE ANÁLISIS N° 00313-CPF-2022

MICROORGANISMO	EXTRACTO ETANÓLICO					
	Longitud de halos de inhibición (mm)					
	Control positivo	Control negativo	100%	75%	50%	25%
<i>Escherichia coli</i> ATCC 8739	21	6	6	6	6	6
	21	6	6	6	6	6
	22	6	6	6	6	6

- * El tamaño de los pocillos es de 6 mm, por lo tanto, cuando se reporta esta medida indica que no hay formación de halos de inhibición.
- * 100%, 75%, 50% y 25% del extracto etanólico.
- * Volumen inoculado: 40 µL.
- * Concentración del inóculo: 1×10^8 UFC/mL.
- * Control positivo: Neomicina sulfato 40 µg/mL.
- * Control negativo: agua destilada.

Lima, 24 de Agosto del 2022

Q.F. Paul Ivan Gutierrez Eleascano
Director del Centro de Control Analítico



"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"

Jr. Puno N° 1003 Jardín Botánico Lima 1 - Perú
☎ (511) 619-7000 anexo 4824 ✉ Ap. Postal 4559 - Lima 1
E-mail: cca.farmacia@unmsm.edu.pe <http://farmacia.unmsm.edu.pe>



Eficacia antimicrobiana del extracto etanólico de raíz de *Rumex obtusifolius* L. contra *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538).



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO – CCA



REPORTE DE ANÁLISIS N° 00030-CCA-2023

EFICACIA ANTIMICROBIANA

MICROORGANISMO	EXTRACTO ETANÓLICO		
	Halos de inhibición (mm)		
	Neomicina 1 mg/mL	Alcohol 96°	Extracto Etanólico
<i>Staphylococcus aureus</i>	17.48	6.17	6

• El tamaño de los pocillos es de 6 mm, por lo tanto, cuando se reporta esta medida indica que no hay información de halos de inhibición
 • Volumen inoculado: 40µL
 • Concentración del inóculo: 1×10^8 UFC/mL

Lima, 06 de febrero de 2023

Q.F. Paul Ivan Gutierrez Elecano
Director del Centro de Control Analítico

"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"

Tel: (511) 619-7000 / Lima 1 - Perú Tel: (511) 528-4737 / 528-4739 Fax: (511) 619-7000 anexo 4819 Ap. Postal 4559 - Lima 1
 E-mail: documentos@unmsm.edu.pe <http://farmacia.unmsm.edu.pe>

Nota. La firma del Director del Centro de Control Analítico es digital, al igual en los reportes que no figura manuscrita.

Eficacia antimicrobiana del extracto etanólico de raíz de *Rumex obtusifolius* L. contra *Escherichia coli* (ATCC 8739) y *Salmonella typhimurium* (ATCC 13311).



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
 (Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO - CCA



REPORTE DE ANÁLISIS N° 00173-CCA-2023

MICROORGANISMO	EXTRACTO ETANÓLICO		
	Longitud de halos de inhibición (mm)		
	Neomicina 2mg/mL	Alcohol 96°	Extracto etanólico
<i>Escherichia coli</i> ATCC 8739	18.54	6	6
<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 13311	17.78	6	6

* El tamaño de los pocillos es de 6mm, por lo tanto, cuando se reporta esta medida indica que no hay formación de halos de inhibición

* Volumen inoculado: 40uL

* Concentración del inóculo: 1×10^8 UFC/mL



Q.F. Paul Iván Gutiérrez Elescano
Director del Centro de Control Analítico

* Datos proporcionados por el cliente
 Los resultados son válidos solo para la muestra ensayada.

"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"

Av. Pío del Solar 1002, Jardín Botánico - Lima 1 - Perú Telf: (511) 328-4737 / 328-4734

Fax: (511) 619-7000 anexo 4819 Ap. Postal 4559 - Lima 1

E-mail: decanofyb@unmsm.edu.pe <http://farmacia.unmsm.edu.pe>

Eficacia antimicrobiana del extracto etanólico de semillas de *B. frutescens* L. contra *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* y *Staphylococcus aureus*.



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Farmacia y Bioquímica
CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO - CCA



REPORTE DE ANÁLISIS N° 00022-CCA-2025

EPICACIA ANTIMICROBIANA			
MICROORGANISMO	EXTRACTO BAF		
	HALOS DE INHIBICIÓN (mm)		
	Control Positivo	Control Negativo	Extracto
<i>Escherichia coli</i>	35.60	6	7.39
			6.33
			6.58
<i>Salmonella typhimurium</i>	34.31	6	6.71
			6.64
			7.39
<i>Staphylococcus aureus</i>	22.47	6	15.21
			14.92
			15.18

*El tamaño de los pocillos es de 6 mm, por lo tanto, cuando se reporta esta medida, indica que no hay formación de halos de inhibición.
 *Concentración del inóculo: 1×10^8 UFC/mL.
 *Control Positivo: Ampolla de gentamicina 20 mg/mL.
 *Control Negativo: Alcohol 96°
 *Volumen inóculo: 40 uL.

Q.F. Paul Iván Gutiérrez Elescano
Director del Centro de Control Analítico

*Última preparación por el cliente.
 Los resultados son válidos solo para la muestra sustrada.



"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"

Jr. Puno N° 1002, Jardín Botánico – Lima 1 – Perú Teléfonos: 3284739 - 982949135 – Lima 1
 E-mail: cca.farmacia@unmsm.edu.pe <http://farmacia.unmsm.edu.pe>

Enfrentamiento microbiano del desinfectante elaborado en base al extracto etanólico de *Bocconia frutescens* L. contra *Salmonella typhimurium* (ATCC 13311).



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO—CCA

**REPORTE DE ANÁLISIS N° 00108-CCA-2023**

ENFRENTAMIENTO MICROBIANO					
Concentración 1x 10 ⁶ ufc/mL	Tiempo en minutos				
Microorganismo	CONTROL	1 min	5 min	10 min	15 min
<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 13311	+	-	-	-	-

Leyenda:

- : Microorganismo Presente

- : *Microorganismo Ausente*

Conclusión: El producto D.P.BAF evaluado por un tiempo de contacto de 15 minutos, a una dosis de prueba de uso directo del producto D.P.BAF, sin diluir, es eficaz contra el microorganismo *Salmonella typhimurium* ATCC 13311.

Concentración del Inóculo: 1×10^5 UFC/ml

□ **Dosis de Prueba:** Uso directo del producto **D.P.BAF**, sin diluir.

□ **Método:** AOAC OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS (Use - Dilution Method (2) Official Final Action).

Lima, 09 de mayo de 2023

FACULTY

Q.F. Paul Iván Gutiérrez Elecam
Director del Centro de Control Analítico

FARMACIA ES LA PROFESION DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TOXICO

Tel: 011 511 328 4737 - 328 4734 Fax: 011 511 616 7000 anexo 4819 Ap: Postal 4559 - Lima 1
 E-mail: comunicacion@unmsm.edu.pe <http://dicienda.unmsm.edu.pe>

Enfrentamiento microbiano del desinfectante elaborado en base al extracto etanólico de *Bocconia frutescens* L. contra *Escherichia coli* (ATCC 8739).



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO - CCA



REPORTE DE ANÁLISIS N° 00066-CCA-2023

ENFRENTAMIENTO MICROBIANO					
Concentración 1×10^6 ufc/mL	Tiempo en minutos				
Microorganismo	CONTROL	1 min	5 min	10 min	15 min
<i>Escherichia coli</i>	+	-	-	-	-

Leyenda:
 + : Microorganismo Presente
 - : Microorganismo Ausente

Conclusión: El producto D.P.BAF evaluado por un tiempo de contacto de 15 minutos, a una dosis de prueba de uso directo del producto D.P.BAF, sin diluir, es eficaz desde el minuto 1 contra el microorganismo *Escherichia coli* ATCC 8739.

Concentración del Inóculo: 1×10^6 UFC/mL.

☒ **Dosis de Prueba:** Uso directo del producto D.P.BAF, sin diluir.

☒ **Método:** AOAC OFICIAL METHODS OF ANALYSIS (Use - Dilution Method (2) Official Final Action).

Lima, 27 de marzo de 2023



Q.F. Paul Ivan Gutierrez El Escano
Director del Centro de Control Analítico

"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"

Teléfono N° 0011/24000000 - Lima / Perú

Teléfono: (511) 328-4737 / 328-4739

Fax: (511) 619-7000/ anexo 4819

Ap. Postal 4559 - Lima 1

Enfrentamiento microbiano del desinfectante elaborado en base al extracto etanólico de *Bocconia frutescens* L. contra *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538).



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
CENTRO DE CONTROL ANALÍTICO – CCA



REPORTE DE ANÁLISIS N° 00033-CCA-2023

ENFRENTAMIENTO MICROBIANO					
Concentración 1×10^6 ufc/mL	Tiempo en minutos				
Microorganismo	CONTROL	1 min	5 min	10 min	15 min
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	-	-	-	-

Leyenda:
 + : Microorganismo Presente
 - : Microorganismo Ausente

Conclusión: El producto D.P.BAF evaluado por un tiempo de contacto de 15 minutos, a una dosis de prueba de uso directo, del producto D.P.BAF, sin diluir, es eficaz desde el minuto 1 contra el microorganismo *Staphylococcus aureus*.

Concentración del Inóculo: 1×10^6 UFC/mL

☐ **Dosis de Prueba:** Uso directo del producto D.P.BAF, sin diluir

☐ **Método:** AOAC OFICIAL METHODS OF ANALYSIS (Use - Dilution Method (2) Official Final Action)

Lima, 13 de febrero de 2023

Q.F. Paul Ivan Gutierrez Elescano
Director del Centro de Control Analítico

"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"

Av. Puno N° 1002, Jardín Botánico - Lima 1 - Perú Telés: (511) 328-4737 / 328-4739 Fax: (511) 619-7000 anexo 4819 Ap. Postal 4559 - Lima 1
E-mail: decanofyb@unmsm.edu.pe http://farmacia.unmsm.edu.pe