



**UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO**



**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE MICROBIOLOGÍA –
PARASITOLOGÍA**

Susceptibilidad de cepas de Staphylococcus aureus y Streptococcus beta-hemolítico frente a los extractos etanólicos de Bidens pilosa L. y Tagetes erecta L.

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO (A) EN CIENCIAS
BIOLÓGICAS - MICROBIOLOGÍA - PARASITOLOGÍA

Autores:

Bach. Alarcón Taboada Chris Abigail

Bach. De La Cruz Popuche Niko

Asesor:

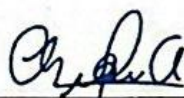
MSc. Moreno Mantilla Mario

Lambayeque - Perú

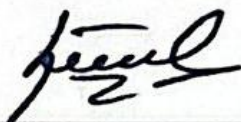
2025

Susceptibilidad de cepas de *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus* beta-hemolítico frente a los extractos etanólicos de *Bidens pilosa* L. y *Tagetes erecta* L.

Presentada para optar el título profesional de Licenciado (a) en Ciencias
Biológicas - Microbiología - Parasitología

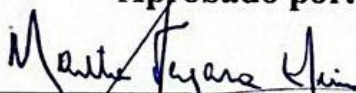


Bach. Alarcón Taboada, Chris Abigail
Autor

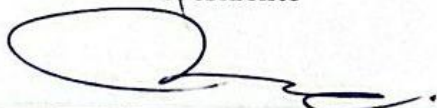


Bach. De La Cruz Popuche, Niko
Autor


Aprobado por:



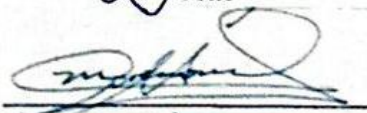
Dra. Vergara Espinoza, Martha Arminda
Presidente



Dr. Rojas Idrogo, Consuelo
Secretario



MSc. Carrasco Solano, Fransk Amarildo
Vocal



MSc. Moreno Mantilla, Mario Cecilio
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 076-2025 / FCCBB-UI

Siendo las 10:30 horas del día 18 de diciembre de 2025, en el Laboratorio de Análisis Clínicos de la Facultad de Ciencias Biológicas se reunieron los miembros del Jurado designado mediante Resolución N° 368-2024-FCCBB/D de fecha 11 de octubre de 2024 y Resolución N° 109-2025-FCCBB/D de fecha 12 de marzo de 2025, conformado por:

Dra. Martha Arminda Vergara Espinoza-Presidenta

Dra. Consuelo Rojas Idrogo- Secretaria

MSc. Fransk Amarildo Carrasco Solano- Vocal

MSc. Mario Cecilio Moreno Mantilla- Asesor

con la finalidad de evaluar la sustentación de tesis titulada: **Susceptibilidad de cepas de *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus beta-hemolítico* frente a los extractos etanólico de *Bidens pilosa L.* y *Tagetes erecta L.*** a cargo de los Bachilleres CHRIS ABIGAIL ALARCÓN TABOADA y NIKO DE LA CRUZ POPUCHE.

Sustentación autorizada por Resolución N° 541-2025-FCCBB-D de fecha 07 de noviembre de 2025 y reprogramada mediante RESOLUCIÓN N° 630-2025-FCCBB-D de fecha 15 de diciembre de 2025 la misma que tuvo una duración de 30 minutos y luego de absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado; se procedió a la calificación respectiva, obteniendo 18.0 puntos que equivale al calificativo de Muy Bueno.

Por lo que los sustentantes quedan **APTOS** para obtener el título profesional de **Licenciado (a) en Ciencias Biológicas - Microbiología- Parasitología** de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ciencias Biológicas y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 12:10 horas se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto, con la firma de los miembros del jurado.

Dra. Martha Arminda Vergara Espinoza
Presidenta

Dra. Consuelo Rojas Idrogo
Secretaria

MSc. Fransk Amarildo Carrasco Solano
Vocal

MSc. Mario Cecilio Moreno Mantilla
Asesor

CONSTANCIA DE VERIFICACION DE ORIGINALIDAD

Yo, MSc. **Moreno Mantilla Mario Cecilio**; usuario revisor del informe de tesis titulado: "**Susceptibilidad de cepas de *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus beta-hemolitico* frente a los extractos etanólicos de *Bidens pilosa* L. y *Tagetes erecta* L.**" Cuyos autores son, Bach. **Alarcón Taboada Chris Abigail** con DNI: **75265689** y Bach. **De La Cruz Popuche Niko** con DNI: **48835261**; declaro que la evaluación realizada por el Programa informático ha arrojado un porcentaje de similitud de **15 %**, verificable en el Resumen de Reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecida en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque, 19 de Setiembre del 2025



FIRMA

MARIO C. MORENO MANTILLA

DNI: 16505740

ASESOR(A)

Susceptibilidad de cepas de Staphylococcus aureus y Streptococcus beta-hemolítico frente a los extractos etanólico de Bidens pilosa L. y Tagetes erecta L.

INFORME DE ORIGINALIDAD

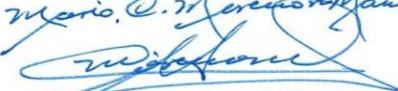
15% INDICE DE SIMILITUD	12% FUENTES DE INTERNET	4% PUBLICACIONES	3% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS


1	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	1%
2	revistaschilenas.uchile.cl Fuente de Internet	<1%
3	www.dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1%
4	repositorio.udch.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	patents.google.com Fuente de Internet	<1%
7	revistas.sqperu.org.pe Fuente de Internet	<1%
8	docplayer.net Fuente de Internet	<1%
9	www.dominiodelasciencias.com Fuente de Internet	<1%
10	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1%
11	aprenderly.com Fuente de Internet	<1%
	repositorio.unapiquitos.edu.pe	

Mario C. Moya Mantilla
Profesor
DNI: 16505740


12	Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Universidad Anahuac México Sur Trabajo del estudiante	<1 %
15	Ramón Muñoz A., Selma Santome, Jorge León Q.. "Actividad antibacteriana de extractos hexánico y etanólico de macroalgas marinas de la Bahía de Ancón, Lima – Perú", Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 2020 Publicación	<1 %
16	Submitted to Universidad Politécnica del Perú Trabajo del estudiante	<1 %
17	pdfcoffee.com Fuente de Internet	<1 %
18	zaguan.unizar.es Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	rest-dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
21	revistabiociencias.uan.edu.mx Fuente de Internet	<1 %
22	www.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	Byron Flores, Nelly González, Arlen Bravo, Brenda Mora-Sánchez et al. "Identificación de bacterias patógenas en peces capturados en el Pacífico frente a Nicaragua", Ciencias Marinas, 2021 Publicación	<1 %

Mario E. M. Mancera Mantilla

 DNI: 16505740

24	doku.pub Fuente de Internet	<1 %
25	www.idosr.org Fuente de Internet	<1 %
26	Taiana Denardi-Souza, Kelly Cristina Massarolo, Sabina M Tralamazza, Eliana Badiale-Furlong. " Monitoring of fungal biomass changed by in relation to amino acid and essential fatty acids profile in soybean meal, wheat and rice ", CyTA - Journal of Food, 2017 Publicación	<1 %
27	repositorio.ufc.br Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	docs.bvsalud.org Fuente de Internet	<1 %
30	docta.ucm.es Fuente de Internet	<1 %
31	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
32	cia.uagraria.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
33	dgsa.uaeh.edu.mx:8080 Fuente de Internet	<1 %
34	repositorio.puce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
35	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
36	www.engormix.com Fuente de Internet	<1 %

marco C. M. M. Mantilla

 DNI: 16505740

		<1 %
37	Submitted to Universidad Nacional Autonoma de Chota Trabajo del estudiante	<1 %
38	www.phytojournal.com Fuente de Internet	<1 %
39	Submitted to ipn Trabajo del estudiante	<1 %
40	media.neliti.com Fuente de Internet	<1 %
41	repositorio.unbosque.edu.co Fuente de Internet	<1 %
42	repositorio.upse.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
43	revistas.udca.edu.co Fuente de Internet	<1 %
44	Submitted to Bocconi University Trabajo del estudiante	<1 %
45	bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
46	Submitted to Universidad Señor de Sipan Trabajo del estudiante	<1 %
47	bde.es Fuente de Internet	<1 %
48	diposit.ub.edu Fuente de Internet	<1 %
49	repositorio.unica.edu.ni Fuente de Internet	<1 %
50	"Proceedings of the 4th Biotechnology World Symposium", Mexican Journal of	<1 %

Mario C. Moreno Montilla.

 DNI: 16505440



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: De La Cruz Popuche Niko Alarcón Taboada Chris Abigail
Título del ejercicio: Quick Submit
Título de la entrega: Susceptibilidad de cepas de Staphylococcus aureus y Streptococ...
Nombre del archivo: INFORME_DE_TESIS_CHRIS_Y_NIKO_2.docx
Tamaño del archivo: 208.7K
Total páginas: 49
Total de palabras: 12,820
Total de caracteres: 73,570
Fecha de entrega: 08-sept-2025 04:57p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2745541971



UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE MICROBIOLOGÍA -
PARASITOLOGÍA

Susceptibilidad de cepas de *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus beta-*
hemolítico frente a los extractos etanólico de *Bidens pilosa* L. y *Tagetes*
erecta L.

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIATURA EN CIENCIAS
BIOLÓGICAS - MICROBIOLOGÍA - PARASITOLOGÍA

Autores:

Bach. Alarcón Taboada Chris Abigail
Bach. De La Cruz Popuche Niko

Asesor:

MSc. Moreno Mantilla Mario

Lambayeque - Perú
2025

Mario @. Moreno Mantilla.

DEDICATORIA

A mi madre, Angélica Taboada, por ser mi guía, mi fuerza y la inspiración detrás de cada paso que doy. Tus valores, tu coraje y tu amor incondicional me han enseñado a perseverar y a luchar por mis sueños. Este logro es tan tuyo como mío.

Y a mi hijo Sebastián, mi mayor razón de ser, cuya presencia ilumina mis días y me impulsa a superarme. Que este esfuerzo sea el reflejo del amor inmenso que te tengo y el ejemplo de que todo es posible con dedicación y esperanza.

A mi familia, por su amor constante y su apoyo incondicional. A mi padre y a mis hermanos, gracias por estar a mi lado en cada etapa de este camino, por sus palabras de aliento, su comprensión y por recordarme, aun en los momentos más difíciles, que siempre cuento con ustedes.

Chris Abigail Alarcón Taboada

A mi madre, Tarcila Popuche Jiménez, por ser mi ejemplo de fortaleza y amor incondicional. Por sus sacrificios silenciosos, su fe constante y por enseñarme que la paciencia y la perseverancia abren caminos que parecen imposibles. A mis hermanos y hermanas, compañeros de vida, por su sincero apoyo, sus palabras de aliento. A mis amigos, quienes con su compañía, consejos y complicidad hicieron más ligero este camino. Y a todas las personas que de una u otra forma creyeron en mí y en este proyecto, gracias por inspirarme a dar siempre lo mejor.

Niko De la cruz Popuche

AGRADECIMIENTO

Al MSc. Mario Moreno Mantilla, por su dedicación, paciencia y constante apoyo como asesor de este trabajo de investigación. Su orientación fue clave para concretar este logro académico.

A los miembros del jurado evaluador: la Dra. Martha Arminda Vergara Espinoza, la Dra. Consuelo Rojas Idrogo y el MSc. Fransk Amarildo Carrasco Solano, por brindarnos su tiempo, sus valiosas observaciones y recomendaciones que contribuyeron al fortalecimiento de nuestro estudio.

A todos los docentes de la Escuela Profesional de Microbiología-Parasitología, por compartir sus conocimientos, fomentar en nosotros la vocación por esta noble carrera y acompañarnos en nuestra formación profesional.

Y, finalmente, a nuestras familias y amistades, por su apoyo incondicional, por creer en nosotros en cada etapa de este proceso y por ayudarnos a hacer de esta meta una realidad.

ÍNDICE GENERAL

ACTA DE SUSTENTACION	iii
CONSTANCIA DE VERIFICACION DE ORIGINALIDAD	iv
DEDICATORIA.....	ix
AGRADECIMIENTO	x
ÍNDICE GENERAL	xi
INDICE DE TABLAS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. DISEÑO TEÓRICO.....	2
1.1. Antecedentes del problema	2
1.2. Bases teóricas científicas	5
CAPITULO II. DISEÑO METODOLÓGICO	9
2.1. Diseño y tipo de investigación	9
2.2. Población y muestra	9
2.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	9
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	12
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN.....	20
CONCLUSIONES.....	25
RECOMENDACIONES	26
REFERENCIAS.....	27
ANEXOS.....	32

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Promedios de las medidas de los halos de inhibición de las tres cepas de Staphylococcus aureus y Streptococcus beta-hemolítico frente a los extractos etanólicos de Bidens pilosa L. y Tagetes erecta L.</i>	12
Tabla 2 <i>Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) de S. aureus y Streptococcus beta-hemolítico frente a B. pilosa L.</i>	13
Tabla 3 <i>Concentración Mínima Inhibitoria (CIM) de S. aureus y Streptococcus beta-hemolítico frente a T. erecta L.</i>	14
Tabla 4 <i>Análisis de Varianza de los Promedios de Halos de Inhibición de los extractos etanólicos de B. pilosa L. y T. erecta L. frente a S. aureus y Streptococcus beta-hemolítico</i>	16
Tabla 5 <i>Estadística descriptiva y análisis de varianza (ANOVA) del promedio del diámetro de los halos de inhibición producidos por el efecto antibacteriano de los extractos etanólicos de Bidens pilosa L. y Tagetes erecta L.</i>	16
Tabla 6 <i>Estadística descriptiva del análisis de varianza (ANOVA) sobre la susceptibilidad de las especies bacterianas, basada en los diámetros de los halos de inhibición.</i>	17
Tabla 7 <i>Prueba de Tukey para la comparación de los promedios de las medidas de los halos de inhibición según la eficacia de diferentes concentraciones de los extractos etanólicos de B. pilosa L. y T. erecta L.</i>	18
Tabla 8 <i>Prueba de Tukey para la comparación de los promedios de las medidas de los halos de inhibición según la eficacia de los extractos etanólicos de B. pilosa L. y T. erecta L. frente a S. aureus y Streptococcus beta-hemolítico.</i>	19

RESUMEN

Staphylococcus aureus y *Streptococcus* beta-hemolítico son bacterias causantes de infecciones en piel, mucosas y tejidos profundos, con creciente resistencia a antibióticos, lo que resalta la importancia de estudiar su susceptibilidad a nuevos agentes antimicrobianos. Esta investigación evaluó la actividad antibacteriana de extractos etanólicos de *Bidens pilosa* L. y *Tagetes erecta* L. Frente a estas bacterias. El estudio fue cuantitativo y experimental, utilizando un diseño de estímulo creciente. Se emplearon tres cepas de cada especie bacteriana y extractos de ambas plantas. Los resultados indicaron que *S. aureus* fue más sensible a los extractos, mostrando halos de inhibición promedio de 15,61 mm, mientras que *Streptococcus* beta-hemolítico presentó halos de 11,56 mm. El extracto de *T. erecta* L. fue más efectivo, generando halos de 18,73 mm para *S. aureus* y 12,54 mm para *Streptococcus* beta-hemolítico. *B. pilosa* L. mostró una menor capacidad inhibitoria, aunque con tendencia similar, con 12,49 mm para *S. aureus* y 10,58 mm para *Streptococcus*. Respecto a la concentración mínima inhibitoria (CMI), *T. erecta* mostró mayor efectividad, alcanzando 12,5 mg/mL contra todas las cepas de *Streptococcus*, y entre 25–50 mg/mL frente a *S. aureus*. Por su parte, el extracto de *B. pilosa* L. presentó una CMI de 25 mg/mL para la mayoría de las cepas, excepto una de *S. aureus* que requirió 50 mg/mL. Se concluye que ambos extractos tienen actividad antibacteriana, siendo *S. aureus* más susceptible, y que *T. erecta* L. es más eficaz que *B. pilosa* L. como agente antimicrobiano.

Palabras clave: *Tagetes erecta* L., *Bidens pilosa* L. *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* beta-hemolítico, y susceptibilidad bacteriana,

ABSTRACT

Staphylococcus aureus and beta-hemolytic *Streptococcus* are bacteria responsible for infections in the skin, mucous membranes, and deep tissues, often showing resistance to antibiotics. This highlights the importance of assessing their susceptibility to new antimicrobial agents. This study evaluated the antibacterial activity of ethanol extracts from *Bidens pilosa* L. and *Tagetes erecta* L. against these bacteria. The research was quantitative and experimental, using a progressive stimulus design. Three strains of each bacterial species and extracts from both plants were tested. Results showed that *S. aureus* was more sensitive to the extracts, with average inhibition zones of 15.61 mm, while beta-hemolytic *Streptococcus* showed 11.56 mm. *T. erecta* L. extract was more effective, producing inhibition zones of 18.73 mm for *S. aureus* and 12.54 mm for *Streptococcus*. *B. pilosa* L. demonstrated lower inhibitory capacity, though following a similar trend, with 12.49 mm for *S. aureus* and 10.58 mm for *Streptococcus*. Regarding the minimum inhibitory concentration (MIC), *T. erecta* L. was more effective, requiring 12.5 mg/mL for all *Streptococcus* strains, and 25–50 mg/mL for *S. aureus* strains. In contrast, *B. pilosa* L. showed an MIC of 25 mg/mL for most strains, except for one *S. aureus* strain that required 50 mg/mL. In conclusion, both plant extracts exhibited antibacterial activity, with *S. aureus* being more susceptible overall. Among the two, *T. erecta* L. demonstrated higher antimicrobial effectiveness compared to *B. Pilosa* L., indicating its potential as a more potent natural antibacterial agent.

Keywords: *Tagetes erecta* L., *Bidens pilosa* L., *Staphylococcus aureus*, beta-hemolytic *Streptococcus*, and bacterial susceptibility.

INTRODUCCIÓN

Las infecciones bacterianas representan un importante problema de salud pública a nivel global. Dentro de los principales agentes etiológicos se destacan *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus* beta-hemolítico, responsables de ocasionar una serie de infecciones cutáneas hasta enfermedades sistémicas como endocarditis, sepsis, fiebre reumática y glomerulonefritis, siendo aún más preocupante en el ámbito hospitalario y en personas inmunocomprometidas (Danelli et al., 2020; Babiker & Kadri, 2022). Pese a los últimos avances terapéuticos, el aumento de la resistencia a los antibióticos ha comprometido a la efectividad de los tratamientos convencionales. *S. aureus* ha desarrollado resistencia a penicilinas, cefalosporinas y últimamente a la vancomicina (Rungelrath y DeLeo, 2021). Por otro lado, *Streptococcus* beta-hemolítico ha empezado a presentar resistencia a la penicilina y macrólidos como la clindamicina (Berwal et al., 2019).

Bajo estas circunstancias, la fitoterapia es una alternativa por sus compuestos fitoquímicos presentados por algunas plantas para hacer frente a la resistencia antimicrobiana. *Bidens pilosa* L. (amor seco) y *Tagetes erecta* L. (flor de muerto) presentan una gran variedad de compuestos bioactivos como los poliacetilenos conjugados (fenilheptatriina y el α -tertienil) (Chafla y Silva, 2023), flavonoides, saponinas, taninos, cumarinas, terpenoides, entre otros; distribuidos en hojas y flores con actividad antioxidante para tratar procesos inflamatorios, el cáncer y la arteroclerosis, cuadros diarreicos y disentería. Además de inhibir el desarrollo bacteriano tanto de Gram positivas y Gram negativas (Pérez et al., 2021; Camacho et al., 2019).

Ante esta situación se planteó el siguiente problema: ¿Cuál es la susceptibilidad de *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus* beta-hemolítico frente a los extractos etanólicos de *Bidens pilosa* L. y *Tagetes erecta* L.?, siendo el objetivo principal determinar la susceptibilidad de las cepas de *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus* beta-hemolítico frente a los extractos etanólicos de *Bidens pilosa* L. y *Tagetes erecta* L. y los objetivos específicos a) establecer la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) del extracto etanólico de *Bidens pilosa* L. frente a cepas de *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus* beta-hemolítico, b) establecer la Concentración Mínima Inhibitoria (CIM) del extracto etanólico de *Tagetes erecta* L. frente a cepas de *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus* beta-hemolítico y c) comparar la efectividad de los extractos etanólicos de *Bidens pilosa* L. y *Tagetes erecta* L.

CAPÍTULO I. DISEÑO TEÓRICO

1.1. Antecedentes del problema

Segura et al. (2024) estudiaron la composición química, la actividad antioxidante, antifúngica y antibacteriana del aceite esencial de hojas y flores de *Porophyllum ruderale* *Porophyllum Ruderale* (Jacq.) Cass. Subsp. *Macrocephalum* (Dc.) R.R. Johnson “Hierba de Gallinazo”. La actividad antibacteriana se probó frente a cepas bacterias de *S. mutans*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. enterica*, *S. aureus*, *S. oralis* y *S. mutans*. Utilizaron la técnica de difusión en pozos con concentraciones de 100 mg/mL, 50 mg/mL, 25 mg/mL y 12,5 mg/mL. Los resultados mostraron que el aceite esencial presento bajo efecto sobre *S. mutans*, frente a las otras cepas no presentó actividad antibacteriana significativa. Se concluye que el aceite esencial de *P. ruderale* presenta escasas propiedades antibacterianas, siendo efectivo solamente frente a *S. mutans*.

Abdelmotaleb et al. (2023) evaluaron la actividad antibacteriana de diferentes fracciones del extracto de *Echinacea purpurea* (n-hexano, acetato de etilo, cloroformo y acuosa) contra cepas MDR aisladas de muestras clínicas. La fracción de acetato de etileno mostró la mayor actividad antibacteriana con zona de inhibición de 16,8 a 22,7 mm y una CMI de 15,63 a 250 mg/ml, frente a *S. aureus*, *E. coli*, *K. pneumonie*, *P. aeruginosa*, *A. baumannii* y *P. mirabilis*. Se concluyó que la fracción de acetato de etileno tiene potencial para el desarrollo de nuevos antibióticos contra cepas MDR.

Burlou et al. (2023) realizaron un estudio para caracterizar los compuestos activos, la capacidad antioxidante, cicatrizante y antibacteriana de *Echinacea purpurea*. Para la actividad antibacteriana emplearon extracto etanólico de las hojas frente a *E. coli*, *P. aeruginosa* y *S. aureus*. A través, del método de difusión en disco, se reportó que *S. aureus* fue sensible, mostrando que el extracto diluido 1:4 y 1:8 presentó diámetros de inhibición de $15,56 \pm 0,36$ mm y $15,58 \pm 0,34$ mm. para *E. coli* fue $16,09 \pm 0,25$ mm y $18,60 \pm 0,38$ mm y para *P. aeruginosa* $18,60 \pm 0,38$ mm y $18,60 \pm 0,38$ mm respectivamente. Los autores concluyeron, que el extracto de *Echinacea purpurea* presenta actividad antibacteriana tanto en bacterias Gram negativas y Gram positivas.

Chafla y Silva (2023) evaluaron el efecto antibacteriano del extracto etanólico de *B. pilosa* L. y *Eryngium foetidum* L. sobre *S. aureus*, *E. coli* y *Salmonella typhimurium*. Emplearon el método modificado de difusión en pocillos. Se estableció la CMI y la concentración mínima bactericida (CMB). *B. pilosa* L. presentó mayor rendimiento con el

1.3%. *E. foetidum* mostró una mayor actividad antimicrobiana frente *S. aureus*, con un halo de inhibición de $21,0 \pm 2,0$ mm, con una CMI de 15,62 mg/mL y una CMB de 31,25 mg/mL. *B. pilosa* L. para *S. aureus* presentó una CMI de 62,5 mg/mL y una CMB de 125 mg/mL. En contraste, *S. typhimurium* y *E. coli* tuvieron mayor resistencia, con CMI de 125 mg/mL y CMI de 125 y 250 mg/mL, respectivamente. El extracto de *E. foetidum* presentó mayor actividad antibacteriana sobre *S. aureus*.

Meetong et al. (2023) evaluaron la actividad antibacteriana a partir de extracto floral de *T. erecta* L. frente a cepas de *P. aeruginosa* y *S. aureus*, con el fin de obtener un gel tópico antibacteriano. Emplearon el método colorimétrico de cloruro de aluminio para determinar la cantidad de flavonoides, y el método de ensayo de difusión en pozo de agar la CMI y la CMB para la obtención del extracto etanólico crudo (MGE), extracto insoluble en agua (MGP), y extracto soluble en agua (MGW)., Observándose que el MGE presentó un rendimiento porcentual del 32,55%. MGP de 4,41% y MGW de 20,72%. MGP exhibió la actividad antibacteriana más alta contra *S. aureus* y *P. aeruginosa*. Por tanto, MGP se seleccionaron para desarrollar el gel tópico.

Rikisahedew et al. (2023) realizaron un estudio para examinar la composición fotoquímica utilizando solventes orgánicos y la actividad antibacteriana de las hojas de *T. minuta* L. Para la actividad antibacteriana enfrentaron el extracto metanólico contra a *E. coli* (ATCC 25218), *S. aureus* resistente a la metacilina (ATCC BAA-1683), *S. aureus* (ATCC 29213), *B. subtilis* y *P. aeruginosa* (ATCC 25215) a través de la prueba de difusión en pocillos. Resultó que *S. aureus* resistente a la metacilina presentó mayor medida del halo de inhibición con $16 \pm 0,47$, seguido de *P. aeruginosa* con $13 \pm 0,42$ y el de menor medida fue *S. aureus* con $10 \pm 0,12$. Concluyendo que las hojas de *T. minuta* presenta metabolitos con potencial antibacteriano.

Ilori et al. (2022) identificaron los fitoquímicos presentes en los extractos acuosos y metanólicos de *Helianthus annuus* y *Anthocleista djalonsensis* y además evaluaron la actividad antibacteriana frente a *E. coli* y *S. aureus* mediante ensayo de difusión en agar a concentraciones de 100%, 75%, 50% y 25%. Los resultados mostraron la presencia de alcaloides, glicósidos, fenoles, flavonoides, taninos y saponina. El extracto acuoso al 100% de *A. djalonsensis* presento mayor halo de inhibición sobre *S. aureus* con diámetro de $21,3 \pm 1,9$ mm. Concluyendo que los extractos de ambas plantas presentan propiedades antibacterianas contra *E. coli* y *S. aureus*.

Hussaini et al. (2021), realizaron una investigación bibliográfica documental dando a conocer el potencial antibacteriano de *B. pilosa* L. Encontraron acción antibacteriana de extracto de metanol, acetato de etilo y hexano contra *B. Subtilis*, *E. coli*, *Klebsiella neumonía* y *P. aeruginosa*. El extracto etanólico, acuoso y cloroformo contra *S. aureus*, *S. pyogenes*, *B. subtilis*, *P. aeruginosa*, *E. coli*, y *K. neumonia*. El extracto de diclorometano y hexano presentó actividad contra *S. typhimurium*, *Shigella boydii*, *Vibrio parahaemolyticus*, *E. coli* y *K. Neumonía*. El extracto metanólico fue eficaz contra *S. aureus*, *S. epidermis* y *B. Subtilis*. El extracto acuoso demostró una notable actividad contra *S. aureus*, *E.coli*, *P. aeruginosa*, especies de *Shigella*, *S. arizonae*, *S. choleraesuis*, *S.enteriditis*, *S. typhi*, *S. paratyphi* y *S. Typimurium*. Concluyen que *Bidens pilosa* L. tiene actividad antibacteriana.

Taype et al. (2021) estudiaron la actividad antimicrobiana, los compuestos bioactivos y los perfiles antioxidantes del aceite esencial de *T. erecta* L. y *Tagetes patula* L. Se empleo el método de arrastre de vapor para extraer los aceites esenciales. Mediante el método difusivo se evaluó la actividad antimicrobiana frente a *E. coli* y *S. aureus* y mediante el 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH) se evaluó la actividad antioxidante. Los autores identificaron componentes sesquiterpenos (44 %) y monoterpenos (61 %). Los halos en el extracto etanólico en las cepas de *E. coli* y *S. aureus* fueron de 11.13 mm + 0.58 y 15.56 mm + 1.18, respectivamente. Concluyendo que *T. erecta* L. y *T. patula* L. presentan potencial antimicrobiana y antioxidante.

Latifian et al. (2021) valoraron la actividad antimicrobiana de tres especies de *Tagetes* (*T. erecta* L., *T. minuta* L. y *T. patula* L.), frente a cepas de *C. albicans*, *B. subtilis*, *Enterococcus faecalis*, *E. coli*, *S. aureus*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa*, *Aspergillus niger* y *Phytophthora erythroseptica*. Emplearon el método de difusión en pozo de agar y microdilución en caldo, utilizaron amikacina (30 µg) y ketoconazol (300 µg) como estándares para bacterias y hongos. Se evidenció actividad antibacteriana en cepas de bacterias Gram positivas y solamente los extractos de las flores *T. patula* presentaron actividad antifúngica frente a *P. erythroseptica*. Ningún extracto tuvo efecto sobre las cepas de bacterias Gram negativas.

Villa et al. (2020) evaluaron el efecto antimicrobiano del extracto de *Tagetes lucida* frente a *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa* y *Salmonella choleraesuis* utilizando métodos de difusión por microdilución, bioautografía y disco. Asimismo, los autores realizaron ensayos de sytox y cometa para valorar el mecanismo de acción. Tras la investigación, se reportó que el

extracto tiene una CIM de 4.000 mg/ml en *S. aureus*, también detectaron nueve compuestos fenólicos en el extracto de *T. lucida*. que podrían actuar en sinergia. Además, mediante las pruebas de sytox y cometa manifestaron una acción antibacteriana del extracto sobre el ADN y la membrana bacteriana de este grampositivo.

Ngoupayo et al. (2019) determinaron la actividad antibacteriana y antifúngica de los extractos acuosos e hidroetanólicos de *B. pilosa* L. frente *Shigella flexneri* NR518, *S. aureus* ATCC43300, *Salmonella entérica* NR 13555, *Salmonella typhi* ATCC 6539, *E. coli* ATCC 25922, *P. aeruginosa* NR 592 *Candida albicans* NR29451. Emplearon el método de microdilución, fue activo contra *E. coli* ATCC 25922, y *C. albicans* NR29451 con una MIC de 20 mg/mL y 10 mg/mL respectivamente. Por otro lado, el extracto hidroetanólico fue activo contra todos los microorganismos probados con CMI que oscilaron entre 2,5 mg/mL y 20 mg/mL. Concluyo que el extracto acuoso fue activo contra *E. coli* y *C. albids*. El extracto hidroetanólico fue activo contra todas las cepas microbianas probadas en diferentes concentraciones y fungistático contra *C. albicans*.

1.2. Bases teóricas científicas

Staphylococcus aureus

Es una bacteria Gram positiva, anaerobio facultativo, esférica dispuesta en racimos en forma de uva de 0.5 a 1µm, descubierto en 1880 por Alexander Ogston el cual le brindo el nombre. Entre sus características es beta-hemolítico, que da positivo a las pruebas de coagulasa y catalasa, además, es comensal en los seres humanos colonizando principalmente la piel y la zona nasofaríngea. Sin embargo, es considerada como el principal causante de bacteriemia en Latinoamérica y Norteamérica (Pasachova et al., 2019). Posee la capacidad de generar numerosas infecciones y así como adaptarse a diferentes condiciones ambientales, debido a eso, es la principal causante de infecciones hospitalarias y comunitarias. Provocando infecciones leves de la piel y tejidos blandos hasta graves como osteomielitis, artritis séptica, bacteriemia, neumonía y endocarditis. Está presente en las infecciones relacionadas con los instrumentos médicos como los catéteres (Lakhundi y Zhang, 2018).

Presenta toxinas y factores de virulencia, responsables de varias enfermedades tales como el síndrome del shock tóxico, enfermedades transmitidas por alimentos y síndrome de la piel escaldada. También es capaz de generar biopelículas relacionadas con el incremento de resistencia a antibióticos y a la evasión inmune. La adquisición de la resistencia a las penicilinas

mediante el gen *mecA* ha generado la proliferación mundial de diferentes linajes de *S. aureus* resistente a la meticilina (MRSA), provocando un serio riesgo para la salud pública mundial (Howden et al., 2023).

***Streptococcus* beta-hemolítico**

Es un patógeno Gram positivo, esféricos dispuestos en cadenas o pares, son anaerobios facultativos de forma esférica de 0.6 a 1 μm , carecen de motilidad, además de ser catalasas negativas, oxidasa negativa (Pavez, et al., 2019). Es frecuente en infecciones necrotizantes de tejidos blandos. Es la causa más común de faringoamigdalitis, faringitis, amigdalitis, infecciones en la piel y síndrome de shock tóxico. Presenta hemólisis total que causa la rotura completa de los eritrocitos lo que ocasiona que en el agar sangre se produzcan amplias zonas claras de los glóbulos rojos alrededor de las colonias (Guzmán et al., 2022; Navarro et al., 2015).

Algunas especies como *Streptococcus pyogenes* del grupo A suelen ser sensibles a la Bacitracina, en cambio *Streptococcus agalactiae* del grupo B suele presentarle resistencia. Con relación a la clindamicina, *S. pyogenes* y *S. agalactiae* suelen ser sensibles pero otros grupos C, F y G pueden mostrar resistencia. La clindamicina puede mejorar los resultados en pacientes con enfermedades estreptocócicas graves. Sin embargo, se observa una creciente resistencia al antibiótico a nivel mundial (Horn et al., 2020).

Plantas medicinales como fuente de principios activos

El Perú posee una basta diversidad ecosistémica y microclimas, teniendo alrededor 25000 especies que representan el 10% de flora mundial, siendo uno de los 12 países con mayor variedad biológica, (Vásquez et al., 2018). En la actualidad, los biocompuestos y los antioxidantes de origen vegetal, han despertado el interés en las industrias alimentarias, médicas y cosméticas. Los principales bioactivos que tienen actividad biológica se encuentran en las plantas medicinales y aromáticas (Chrysargyris, 2020), inhibiendo el crecimiento bacteriano por diferentes mecanismos, interfiriendo en procesos metabólicos y/o modificando propiedades de la membrana celular bacteriana (Pérez et al., 2021).

Entre los metabolitos que se encuentran en *B. pilosa* L. y *T. erecta* L. son los flavonoides que actúan inhibiendo los procesos metabólicos como la biosíntesis de ácidos nucleicos. Otros compuestos como las saponinas por su naturaleza surfactante, interviene en la

variación de la solubilidad y Semi-permeabilidad de la membrana celular, mientras los terpenoides actúan frente a la síntesis de la membrana celular (Pérez et al., 2021).

***Bidens pilosa* L.**

Es una planta herbácea y perenne, que pertenece a la familia Asteraceae, oriunda de América del Sur y distribuida a nivel mundial. Considerada maleza por su forma invasiva de crecimiento, ampliamente utilizado como alimento y en el tratamiento tradicional de fiebre amarilla, resfriados, dolores de garganta, disentería, diarrea, estreñimiento, picaduras de insectos, asma, lombrices intestinales, malaria, dolor de estómago, infecciones gastrointestinales, entre otras enfermedades (Wahjudi et al., 2023). Esta planta posee poder antibacteriano, antiinflamatorio, protector hepático, antidiabético, antihipertensivo, antioxidante, antiinfecciosas, analgésicas y curativas (Hussaini et al., 2021).

Presenta varios compuestos bioactivos, encontrándose los flavonoides y poliacetilenos en grandes cantidades, y en menor cantidad encontramos a los fenólicos, feofitinas, ácidos grasos y fitoesteroles. Los flavonoides y sus derivados se encuentran distribuidos en las partes de la planta, siendo responsables de las actividades antibacterianas. Los extractos alcohólicos inhiben el crecimiento de las bacterias Gram positiva y Gram negativas incluyendo a las que presentan mecanismos de resistencia como a las Mycobacterium, además de levaduras y hongos (Wahjudi et al., 2023).

***Tagetes erecta* L.**

Pertenece a la familia Asteraceae, procedente de América Central, que hoy en día es cultivada a nivel mundial como planta ornamental. Es una herbácea de 0,3 a 1,5 metros con flores amarillas o anaranjadas en forma de pompones (Flavia et al., 2021). Es empleada en la medicina tradicional para curar heridas, enfermedades inflamatorias, antihipertensivo y diurético.

Las flores contienen grandes cantidades de carotenoide luteína (Zanovello, 2021), empleadas en ataques epilépticos, astringente y problemas hepáticos. La flavonoide-patulitrina es uno de los elementos potenciales con actividad antibacteriana (Singh et al., 2020). Además de presentar otros compuestos como terpenoides que tienen actividad antifúngica, las cumarinas y sus derivados presentan diferentes actividades farmacológicas. También contiene taninos, saponinas, glucósidos cardiotónicos, entre otros (Camacho et al., 2019).

Extracto etanólico

Es una solución obtenida mediante la extracción de compuestos de vegetales empleando como solvente al etanol, produciendo altas concentraciones de fitoquímicos aislando así los principios bioactivos. El etanol actúa frente a una amplia gama de compuestos orgánicos mediante una serie de interacciones intermoleculares como las dipolo-dipolo, fuerzas de Van Der Waals y enlaces de hidrógeno (Alara et al., 2020).

CAPITULO II. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1. Diseño y tipo de investigación

a. Diseño investigación

Trabajo experimental de estímulo creciente (Paragua et al., 2022).

b. Tipo de investigación

Tipo experimental y cuantitativa (Paragua et al., 2022).

2.2. Población y muestra

a. Población

La población estuvo conformada por dos especies bacterianas (*S. aureus* y *Streptococcus* beta-hemolítico) aisladas de muestras clínicas, obtenidas del cepario del Laboratorio de Microbiología Clínica de la Facultad de Ciencias Biológicas - UNPRG y dos especies de plantas (*B. Pilosa* L. y *T. erecta* L.), la primera aislada del Caserio Marripón, Motupe, Lambayeque y la segunda del mercado modelo de Chiclayo.

b. Muestra

La muestra fue representada por tres cepas de *S. aureus* y tres de *Streptococcus* beta-hemolítico proporcionadas por el cepario del Laboratorio de Microbiología clínica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Las cepas fueron enfrentadas a 5 concentraciones de los extractos etanólicos de *Bidens pilosa* L. y *Tagetes erecta* L. Las cuales se resumen en: $2 \times 3 \times 2 \times 5 \times 3 = 180$ unidades experimentales, donde el primer factor fueron las especies bacterianas de *S. aureus* y *Streptococcus* beta-hemolítico, el segundo factor fue el número de cepas utilizadas por cada especie, el tercer factor fueron los extractos utilizados de las plantas, el cuarto factor fueron las concentraciones de los extractos etanólicos de cada extracto, y el quinto fueron las repeticiones.

2.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

Técnicas

Fue la observación, se visualizó el halo de inhibición como también la presencia de turbidez como el crecimiento bacteriano (Paragua et al., 2022).

Instrumento de recolección de datos

Se empleó fichas de recolección de datos a través de tablas para los resultados de los métodos de difusión de Kirby Bauer y la CMI (anexo 1). Además de celular y computadoras con conexión a internet para la búsqueda y recolección de información.

Procedimiento

a. Reactivación de Cepas Bacteriana

A un tubo con caldo BHI se inoculó una asada de la cepa bacteriana y se llevó a la incubadora a 37° durante 24 horas, luego se sembró en placas de agar sangre para obtener colonias jóvenes.

Las cepas de *S. aureus* fueron sembradas en agar manitol salado y se identificaron por medio de la prueba de coagulasa, catalasa y fermentación del manitol. En cuanto a las cepas de *Streptococcus* beta-hemolítico la identificación fue mediante la prueba de catalasa y la presencia de beta-hemolisis en agar sangre.

b. Obtención de los extractos etanólicos de hojas de *Bidens pilosa* L. y flores de *Tagetes erecta* L. (Vitón et al., 2023).

Las hojas de *B. pilosa* L. fueron recolectadas de la parcela de tierra comunal “El Hualtaco” ubicada en el sector Marripón del distrito de Motupe y las flores de *T. erecta* L. se compraron en el mercado modelo de Chiclayo, luego se trasladaron al Laboratorio de Microbiología Clínica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, procediéndose de la siguiente manera:

Las hojas y flores fueron lavadas con abundante agua hasta quitar las impurezas, luego se desinfectaron con hipoclorito de sodio (NaClO) al 2 %, luego fueron enjuagadas con agua destilada estéril, se dejaron secar en estufa a 37 °C. En un mortero estéril se trituraron y se depositaron en un frasco de boca ancha. Se añadió alcohol de 96° en una proporción de 1:2 y se maceró por 7 días. Después, se realizó el filtrado, y se llevó a estufa a 37°C para su evaporación, los extractos secos obtenidos se colocaron en frascos ámbar (anexo 2)

c. Concentraciones de los extractos etanólicos

Se diluyo 10 g de extracto etanólico de *B. pilosa* L. y *T. erecta* L. en alcohol al 40 % hasta completar los 10 mL, preparando una solución madre a una concentración de 1000 mg/mL. Partiendo de esta solución se efectuaron diluciones sucesivas hasta alcanzar concentraciones de 800 mg/mL, 600 mg/mL, 400 mg/mL, 200 mg/mL y 100 mg/mL.

d. Preparación del Inóculo Bacteriano

Para realizar la estandarización de la densidad poblacional se utilizó solución salina fisiológica esterilizada con 1 o 2 colonias del cultivo puro bacteriano y se comparó con el tubo N° 0.5 del Nefelómetro de Mc Farland que equivale a $1,5 \times 10^8$ UFC /ml (Vitón et al., 2023).

e. Preparación de los discos

Para obtener los discos de susceptibilidad se perforó el papel Whatman N° 1 con ayuda de un perforador, los discos tuvieron un diámetro de 5 mm y fueron colocados dentro de placas de Petri y se esterilizaron en autoclave (121° C por 15 min) y luego en horno (180 ° C por 60 minutos). Después, los discos fueron embebidos en cada una de las concentraciones del

extracto etanólicos de *B. pilosa* L. y *T. erecta* L. Se dejó reposar por 5 minutos y luego se emplearon en la prueba de susceptibilidad. Para el control negativo los discos fueron embebidos en etanol al 40°.

f. Prueba de susceptibilidad bacteriana según el método modificado de difusión de Kirby Bauer (Vitón et al., 2023).

Se acondicionaron placas de Petri, con Agar Müller-Hinton (M-H) para realizar las pruebas de susceptibilidad para cada uno de los microorganismos empleados: *S. aureus* y *Streptococcus* beta-hemolítico. En primer lugar, se sembró por diseminación sobre la superficie del medio de cultivo utilizando un hisopo esterilizado, de tal forma que el crecimiento bacteriano cubra toda la superficie del medio, y se dejó reposar durante 5 minutos. Posteriormente, en el centro de la placa de Petri se colocó el control negativo y los discos embebidos con los extractos etanólicos de *B. pilosa* L. y *T. erecta* L. alrededor. Finalmente, se llevaron las placas de Petri a la incubadora con una temperatura de 37 °C durante 24 horas. Trascurrido este tiempo se midieron los halos de inhibición (mm) y se reportó en las fichas de recolección de datos teniendo en cuenta la concentración del extracto etanólicos y la cepa (Anexo 3 y 4)

g. Determinación de la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) de los extractos etanólicos de hojas de *Bidens pilosa* L. y flores de *Tagetes erecta* L.

Se adecuó la técnica descrita en el Manual de procedimientos para pruebas de susceptibilidad del INS (2002), se identificó la concentración con menor efecto inhibitorio en la prueba de susceptibilidad antibacteriana, y se realizaron diluciones hasta alcanzar concentraciones decrecientes del extracto, las cuales fueron de 100 mg/mL, 50 mg/mL, 25 mg/mL, 12,5 mg/mL y 6,25 mg/mL en tubos con caldo tripticasa soya. A un tubo con caldo tripticasa soya no se le agregó inóculo y fue considerado como control de esterilidad, a otro tubo no se le agregó extracto etanólico y se le considero el control de inóculo. Posteriormente fueron incubados a 37 °C por 24 horas. El punto final fue definido por la carencia de turbidez comparándose a simple vista con el tubo de control positivo de crecimiento.

Procesamiento y análisis estadístico de datos

Para el análisis estadístico, se aplicó el ANAVA con un arreglo factorial de 2x3x2x5x3. Luego, se complementó esta prueba estadística con la Prueba de Tukey (0,05). Las tablas y resultados se presentaron utilizando el programa Microsoft Excel.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Susceptibilidad de las cepas de *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus* beta-hemolítico frente a los extractos etanólicos de *Bidens pilosa* L. y *Tagetes erecta* L.

La Tabla 1 presenta la respuesta de *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus* beta-hemolítico frente a los extractos etanólicos de *Bidens pilosa* L. y *Tagetes erecta* L. aplicados en distintas concentraciones (100, 200, 400, 600 y 800 mg/mL). Los resultados evidencian que *T. erecta* L. posee una mayor capacidad antibacteriana, especialmente contra *S. aureus*, al generar zonas de inhibición con un diámetro promedio de 18,73 mm. En el caso de *Streptococcus* beta-hemolítico, también se observó un efecto inhibitorio, aunque de menor magnitud, con un promedio de 12,54 mm. Por su parte, el extracto de *B. pilosa* L. mostró igualmente actividad antibacteriana, aunque menos pronunciada que la de *T. erecta* L., registrando promedios de 12,49 mm para *S. aureus* y 10,58 mm para *Streptococcus* beta-hemolítico.

Tabla 1

Promedios de las medidas de los halos de inhibición de las tres cepas de Staphylococcus aureus y Streptococcus beta-hemolítico frente a los extractos etanólicos de Bidens pilosa L. y Tagetes erecta L.

Concentraciones de los extractos etanólicos	Extracto etanólico			
	<i>B. pilosa</i>		<i>T. erecta</i>	
	<i>S. aureus</i>	<i>Streptococcus</i> beta-hemolítico	<i>S. aureus</i>	<i>Streptococcus</i> beta-hemolítico
100 mg/mL	8,89	8,67	13,56	9,26
200 mg/mL	11,44	9,56	16,00	10,19
400 mg/mL	12,89	10,78	19,67	12,33
600 mg/mL	14,44	11,56	21,33	15,00
800 mg/mL	14,78	12,33	23,11	15,93
Promedio	12,49	10,58	18,73	12,54

Concentración mínima inhibitoria (CMI) del extracto etanólico de *Bidens pilosa* L. frente a cepas de *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus* beta-hemolítico

La Tabla 2 presenta los resultados de la determinación de la concentración mínima inhibitoria (CMI) para *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus* beta-hemolítico frente al extracto evaluado. En el caso de *S. aureus*, las tres cepas analizadas no mostraron crecimiento bacteriano (-) hasta una concentración de 25 mg/mL, lo que indica que esta constituye su CMI. Al reducir la concentración a 12,5 mg/mL, se evidenció crecimiento bacteriano (+), confirmando que 25 mg/mL es el límite mínimo eficaz para inhibir estas cepas. Para *Streptococcus* beta-hemolítico, la cepa 1 mostró crecimiento a partir de 25 mg/mL, estableciendo su CMI en 50 mg/mL, mientras que las cepas 2 y 3 no presentaron crecimiento a 25 mg/mL, pero sí a 12,5 mg/mL, lo que indica que su CMI es de 25 mg/mL, un comportamiento similar al observado en *S. aureus*.

Tabla 2

Concentración Mínima Inhibitoria (CMI) del extracto etanólico de Bidens pilosa L. frente a cepas de Staphylococcus aureus y Streptococcus beta-hemolítico

Especie	Cepa	Concentraciones de <i>B. pilosa</i> (mg/mL)					Control (+)	Control (-)
		100	50	25	12.5	6.25		
<i>Staphylococcus aureus</i>	Cepa 1	-	-	-	+	+	+	-
	Cepa 2	-	-	-	+	+	+	-
	Cepa 3	-	-	-	+	+	+	-
<i>Streptococcus</i> beta-hemolítico	Cepa 1	-	-	+	+	+	+	-
	Cepa 2	-	-	-	+	+	+	-
	Cepa 3	-	-	-	+	+	+	-

Concentración mínima inhibitoria (CMI) del extracto etanólico de *Tagetes erecta* L. frente a cepas de *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus* beta-hemolítico

La Tabla 3 presenta los resultados de la concentración mínima inhibitoria (CMI) del extracto evaluado frente a *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus* beta-hemolítico. En el caso de *S. aureus*, las cepas 1 y 2 mostraron inhibición completa del crecimiento bacteriano hasta 50 mg/mL, mientras que a 25 mg/mL se observó crecimiento (+), indicando que su CMI es de 50 mg/mL. Por su parte, la cepa 3 presentó inhibición efectiva hasta 25 mg/mL, con crecimiento bacteriano a partir de 12,5 mg/mL, estableciendo su CMI en 25 mg/mL. En cuanto a *Streptococcus* beta-hemolítico, las tres cepas evaluadas fueron completamente inhibidas a 12,5 mg/mL. Sin embargo, al reducir la concentración a 6,25 mg/mL, se observó crecimiento bacteriano (+) en todas las cepas, determinando que la CMI de esta especie es uniformemente de 12,5 mg/mL.

Tabla 3

Concentración Mínima Inhibitoria (CIM) del extracto etanólico de T. erecta L. frente a cepas de Staphylococcus aureus y Streptococcus beta-hemolítico

Especie	Cepa	Concentraciones de <i>T. erecta</i> (mg/mL)					Control	Control
		100	50	25	12.5	6.25	(+)	(-)
<i>Staphylococcus aureus</i>	Cepa 1	-	-	+	+	+	+	-
	Cepa 2	-	-	+	+	+	+	-
	Cepa 3	-	-	-	+	+	+	-
<i>Streptococcus</i> betahemolítico	Cepa 1	-	-	-	-	+	+	-
	Cepa 2	-	-	-	-	+	+	-
	Cepa 3	-	-	-	-	+	+	-

Análisis estadístico

El análisis estadístico mediante ANOVA mostró que todos los factores evaluados —cepas bacterianas, especie bacteriana, concentración y tipo de extracto—, así como sus interacciones (concentración/extracto, concentración/cepa, concentración/especie, extracto/especie, extracto/cepa, especie/cepa y la combinación cepa/especie/concentración/extracto) presentaron diferencias estadísticamente significativas en los diámetros de los halos de inhibición, con valores de $p < 0,05$ en todos los casos. Estos resultados indican que la respuesta antibacteriana depende de la combinación específica de factores, evidenciando que el efecto de los extractos de *Bidens pilosa* L. y *Tagetes erecta* L. frente a *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus beta-hemolítico* no es uniforme y varía según la interacción entre la cepa, la especie y la concentración del extracto.

HIPOTESIS

H_{01} = No se observaron diferencias significativas en la actividad de los extractos de *Bidens pilosa* y *Tagetes erecta*

H_{A1} = Si se observaron diferencias significativas en la actividad de los extractos de *Bidens pilosa* y *Tagetes erecta*

H_{02} = No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las especies *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus beta-hemolítico*.

H_{A2} = Si se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las especies *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus beta-hemolítico*.

H_{03} = No se observaron diferencias significativas entre las cepas bacterianas.

H_{A3} = Si se observaron diferencias significativas entre las cepas bacterianas.

H_{04} = No se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones de los extractos de hojas y flores de *Tagetes erecta*.

H_{A4} = Si se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones de los extractos de hojas y flores de *Tagetes erecta*.

H_{05} = No existen diferencias significativas en las interacciones extractos de plantas – especies bacterianas – cepas bacterianas y concentraciones.

H_{A5} = Si existen diferencias significativas en las interacciones extractos de plantas – especies bacterianas – cepas bacterianas y concentraciones

Tabla 4

Análisis de Varianza de los promedios de halos de inhibición de los extractos etanólicos de B. pilosa L. y T. erecta L. frente a S. aureus y Streptococcus beta-hemolítico

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.	Decisión
Extractos de plantas	772.939	2	77.,939	50.396	0,000	Rechazar Ho
Cepas bacterianas	724.006	3	724.006	46,374	0,000	Rechazar Ho
Concentraciones	3291.430	5	822.857	1898.902	0.000	Rechazar Ho
Especie bacterianas	1552.207	2	776.104	1791.009	0.000	Rechazar Ho

La Tabla 5 muestra los resultados del análisis estadístico comparativo entre los extractos vegetales evaluados. El valor de significancia obtenido ($p = 0,0001$) es ampliamente inferior al nivel crítico de 0,05, lo que indica diferencias estadísticamente significativas en la actividad antibacteriana entre *T. erecta L.* y *B. pilosa L.* frente a las especies bacterianas analizadas. Según los promedios de los diámetros de los halos de inhibición, el extracto de *T. erecta L.* presentó consistentemente valores superiores a los de *B. pilosa L.*, lo que evidencia una mayor capacidad inhibitoria frente a *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus beta-hemolítico*.

Tabla 5

Estadística descriptiva y análisis de varianza (ANOVA) del promedio del diámetro de los halos de inhibición producidos por el efecto antibacteriano de los extractos etanólicos de Bidens pilosa L. y Tagetes erecta L.

Extractos	Promedio de los halos de inhibición	p – valor = 0,05
<i>B. pilosa L.</i>	11,53	0,000
<i>T. erecta L.</i>	15,68	

La Tabla 6 evidencia diferencias estadísticamente significativas en la susceptibilidad de las especies bacterianas frente a los extractos etanólicos de *T. erecta* L. y *B. pilosa* L., con un valor de $p < 0,05$. Estos resultados indican que *Staphylococcus aureus* presentó una mayor sensibilidad a ambos extractos en comparación con *Streptococcus* beta-hemolítico. Asimismo, los diámetros promedio de los halos de inhibición fueron consistentemente mayores en *S. aureus*, reflejando una respuesta más pronunciada frente a la acción antibacteriana de los extractos vegetales evaluados.

Tabla 6

Estadística descriptiva del análisis de varianza (ANOVA) sobre la susceptibilidad de las especies bacterianas, basada en los diámetros de los halos de inhibición.

Bacterias	Promedio de los halos de inhibición	p – valor = 0,05
<i>S. aureus</i>	15,61	0,000
<i>Streptococcus</i> beta-hemolítico	11,60	

En la Tabla 7 los resultados evidencian que la concentración menos eficaz fue la de 100 mg/mL del extracto etanólico de *Bidens pilosa* L., que mostró los menores diámetros de inhibición. En contraste, la combinación más eficaz fue la de 800 mg/mL del extracto de *Tagetes erecta* L., que generó los halos de inhibición de mayor tamaño. Estos hallazgos permiten observar una relación directamente proporcional entre la concentración del extracto vegetal y su efecto inhibitorio sobre las bacterias estudiadas, lo que sugiere que, a mayor concentración, mayor es la capacidad antimicrobiana del extracto.

Tabla 7

Prueba de Tukey para la comparación de los promedios de las medidas de los halos de inhibición según la eficacia de diferentes concentraciones de los extractos etanólicos de *B. pilosa* L. y *T. erecta* L.

Concentraciones / Extractos	Promedio de los halos de inhibición (mm)	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
100 - <i>B. pilosa</i>	8,78	a				
200 - <i>B. pilosa</i>	10,50	a	b			
100 - <i>T. erecta</i>	11,44	a	b			
400 - <i>B. pilosa</i>	11,83	a	b			
600 - <i>B. pilosa</i>	13,00		b	c		
200 - <i>T. erecta</i>	13,22		b	c		
800 - <i>B. pilosa</i>	13,56		b	c		
400 - <i>T. erecta</i>	16,06			c	d	
600 - <i>T. erecta</i>	18,17				d	E
800 - <i>T. erecta</i>	19,50					E
Significancia bilateral (p –valor)		0,10	0,10	0,10	0,57	0,95

Nota. Letras diferentes = Diferencia significativa; Letras iguales = No existe diferencia significativa.

La Tabla 8 presentan la comparación de los diámetros de los halos de inhibición obtenidos para las distintas combinaciones de extractos vegetales y especies bacterianas, mediante la prueba de Tukey. De acuerdo con estos resultados, la combinación menos eficaz fue la del extracto etanólico de *Bidens pilosa* L. frente a *Streptococcus* beta-hemolítico, que presentó los menores diámetros de inhibición. En contraste, la combinación más eficaz correspondió al extracto de *Tagetes erecta* L. frente a *Staphylococcus aureus*, evidenciando un mayor efecto antibacteriano. Estos hallazgos indican que *S. aureus* es más susceptible al extracto de *T. erecta* L. en comparación con *Streptococcus* beta-hemolítico, lo que resalta la influencia tanto del tipo de extracto como de la especie bacteriana en la actividad antimicrobiana observada.

Tabla 8

Prueba de Tukey para la comparación de los promedios de las medidas de los halos de inhibición según la eficacia de los extractos etanólicos de B. pilosa L. y T. erecta L. frente a S. aureus y Streptococcus beta-hemolítico

Extractos / especie bacteriana	Promedio de los halos de inhibición	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
<i>B. pilosa L. / Streptococcus beta-hemolítico</i>	10,58	a		
<i>B. pilosa L. / S. aureus</i>	12,49		b	
<i>T. erecta L. / Streptococcus beta-hemolítico</i>	12,62		b	
<i>T. erecta L. / S. aureus</i>	18,73			C
Significancia bilateral (p –valor)		1,00	0,99	1,00

Nota. Letras diferentes = Diferencia significativa; Letras iguales = No existe diferencia significativa.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que los extractos etanólicos de *Bidens pilosa* L. y *Tagetes erecta* L. poseen actividad antimicrobiana frente a cepas de *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus* beta-hemolítico. Sin embargo, se observó una clara diferencia en la sensibilidad entre ambos extractos y frente a las distintas especies bacterianas evaluadas. En general, el extracto de *T. erecta* L. presentó una mayor capacidad inhibitoria, con un tamaño promedio de halo de inhibición de 18,73 mm frente a *S. aureus*, lo cual representa la mayor actividad observada en este estudio. En comparación, el mismo extracto mostró una inhibición promedio de 12,54 mm frente a *Streptococcus* beta-hemolítico, lo que indica una menor susceptibilidad de esta especie bacteriana. Este patrón sugiere que *S. aureus* es más sensible al extracto de *T. erecta* L., lo cual puede atribuirse a diferencias estructurales entre las bacterias Gram positivas, ya que, aunque ambas pertenecen a este grupo, *Streptococcus* presenta una cápsula más densa que podría conferirle una mayor resistencia a la acción de los compuestos bioactivos.

Desde el punto de vista estructural y fisiológico, la mayor susceptibilidad observada en *Staphylococcus aureus* frente a los extractos vegetales podría explicarse por la composición y características de su pared celular. A diferencia de *Streptococcus* beta-hemolítico, *S. aureus* posee una pared celular menos densa y carece regularmente de cápsula, lo cual facilita la penetración de compuestos antimicrobianos presentes en los extractos, como lo señalan Li et al. (2021). En contraste, *Streptococcus* beta-hemolítico presenta una cápsula polisacárida y una pared celular más reforzada, estructuras que actúan como barreras físicas y químicas que reducen la efectividad de los agentes antibacterianos naturales. Además, *Streptococcus* beta-hemolítico cuenta con mecanismos adicionales de resistencia, como la formación de biofilms complejos y la regulación de sus factores de virulencia a través del sistema CovRS, lo que le otorga una ventaja adaptativa frente a compuestos externos, según lo descrito por Wang et al. (2022). Estos mecanismos pueden limitar significativamente la eficacia de tratamientos basados en extractos naturales, especialmente en condiciones donde los biofilms actúan como escudos frente a agentes antimicrobianos.

Asimismo, *T. erecta*, en su composición química incluye una alta concentración de flavonoides, terpenoides, carotenoides, taninos y aceites esenciales como el tagetona, limoneno y ocimeno, compuestos conocidos por alterar la integridad de las membranas bacterianas, inhibir enzimas esenciales y generar estrés oxidativo en las células microbianas predominan tal

como lo señala Villa et al., (2020). Estos mecanismos explican los mayores halos de inhibición observados. Por otro lado, *B. pilosa* L. también contiene flavonoides, ácidos fenólicos y fitosteroles,, tal como lo menciona Ngoupayo et al., (2019), pero en menor concentración y con menor diversidad estructural que *T. erecta*. Su acción antibacteriana, aunque evidente, podría ser más limitada debido a la menor presencia de compuestos con alta lipofilicidad, lo que reduce su capacidad de interacción con la membrana bacteriana.

Por otro lado, las diferencias en la susceptibilidad no pueden atribuirse únicamente a la composición química de los extractos, sino también a la variabilidad genética y adaptativa entre cepas. Tal como afirman Segovia et al. (2022), las diferencias de respuesta entre cepas bacterianas pueden estar influenciadas por factores genéticos, epigenéticos y ambientales, los cuales modifican la expresión de proteínas blanco y otros elementos clave en la interacción con agentes antimicrobianos. Hay que mencionar que *S. aureus* puede desarrollar resistencia a múltiples antibióticos convencionales, incluidos los β -lactámicos. Sin embargo, los compuestos bioactivos presentes en *T. erecta* L., actúan mediante mecanismos distintos a los de los antibióticos tradicionales. Estos compuestos afectan la permeabilidad de la membrana, provocan la desnaturalización de proteínas y inhiben enzimas metabólicas, lo que disminuye la probabilidad de resistencia cruzada. Esto podría explicar la alta susceptibilidad de *S. aureus* frente al extracto etanólico de *T. erecta* L.

Por otro lado, *Streptococcus* beta-hemolítico mostró menor sensibilidad, probablemente debido a diferencias en la composición de su pared celular y a la presencia de mecanismos defensivos, como la producción de enzimas degradadoras o la expresión de bombas de eflujo, que reducen la concentración intracelular de los compuestos activos. Asimismo, *T. erecta* L. contiene metabolitos secundarios con reconocida actividad antimicrobiana, capaces de desorganizar las membranas bacterianas y generar estrés oxidativo letal para las células. En cambio, *B. pilosa* L., aunque también posee flavonoides y ácidos fenólicos, presenta menor diversidad y potencia de estos compuestos, lo que podría explicar su menor efecto inhibitorio.

Además, se debe considerar que la susceptibilidad de los extractos vegetales puede fluctuar ampliamente según condiciones experimentales como el tipo de solvente utilizado, el tiempo y temperatura de extracción, así como el origen geográfico de la planta, así lo señalaron Rojas et al., (2020). Estos factores pueden afectar la concentración y estabilidad de los metabolitos bioactivos. En esta misma línea, investigaciones previas, como la realizada por

Delgado et al. (2021) en extractos de *Tithonia diversifolia*, encontraron una relación proporcional entre el aumento de la concentración del extracto y el tamaño del halo de inhibición, lo cual coincide con los resultados obtenidos en el presente estudio.

Los estudios revisados evidencian que la actividad antibacteriana de los extractos vegetales depende de la especie, el tipo de extracto y la presencia de metabolitos secundarios. Segura et al. (2024) reportaron que el aceite esencial de *Porophyllum ruderale* fue efectivo únicamente frente a *S. mutans*, lo que sugiere que sus compuestos presentan baja afinidad por otras bacterias. De manera similar, Chafra y Silva (2023) observaron que los extractos etanólicos de *B. pilosa* L. presentan actividad moderada contra *S. aureus*, pero menor efecto frente a bacterias Gram negativas como *E. coli* y *Salmonella typhimurium*, probablemente debido a la membrana externa y mecanismos de resistencia.

En contraste, Abdelmotaleb et al. (2023) y Burlou et al. (2023) demostraron que *Echinacea purpurea* es activa frente a Gram positivas y Gram negativas, indicando que fenoles, polisacáridos y otros compuestos afectan múltiples estructuras celulares. En cuanto a *T. erecta* L., Meetong et al. (2023) reportaron que la fracción insoluble en agua (MGP) presentó mayor actividad frente a *S. aureus* y *P. aeruginosa*, atribuida a flavonoides y metabolitos lipofílicos capaces de atravesar membranas bacterianas. De forma complementaria, Rikisahedew et al. (2023) e Ilori et al. (2022) mostraron que especies como *T. minuta* L., *Helianthus annuus* y *Anthocleista djalensis* contienen alcaloides, fenoles y flavonoides que inhiben bacterias Gram positivas y negativas, reforzando el potencial de los extractos vegetales como fuentes de compuestos antibacterianos.

En relación con la Tabla 2, la concentración mínima inhibitoria (CMI) del extracto etanólico de *B. pilosa* L. mostró un valor uniforme de 25 mg/mL frente a las tres cepas de *S. aureus*. En contraste, para *Streptococcus* beta-hemolítico se observó mayor variabilidad: la cepa 1 presentó una CMI de 50 mg/mL, mientras que las cepas 2 y 3 registraron 25 mg/mL. Estas diferencias pueden atribuirse a variaciones fisiológicas entre cepas, incluyendo la permeabilidad de la membrana celular, la expresión de bombas de eflujo o la presencia de enzimas capaces de inactivar compuestos antimicrobianos, tal como lo indican Chafra y Silva (2023). Los valores obtenidos concuerdan parcialmente con reportes previos; Ngoupayo et al. (2019) describieron una CMI de 10 mg/mL frente a *S. aureus*, mientras que Chafra y Silva (2023) documentaron un valor más elevado de 62,5 mg/mL.

Estas discrepancias reflejan la influencia de múltiples factores experimentales, como el tipo de extracto utilizado (etanólico, metanólico o acuoso), el tiempo y la temperatura de extracción, la parte de la planta empleada y las condiciones microbiológicas del ensayo. Asimismo, se evidenció variabilidad en la respuesta entre cepas: la cepa 3 de *S. aureus* fue la más susceptible al extracto de *T. erecta* L. (halo promedio de 20,33 mm), mientras que la cepa 1 de *Streptococcus* beta-hemolítico fue la más resistente frente a *B. pilosa* L. (halo promedio de 10,27 mm), lo que refleja la importancia de factores genéticos en la sensibilidad bacteriana a compuestos fitoquímicos. Cabe destacar que la naturaleza del solvente y el método de extracción impactan directamente en la concentración y perfil de metabolitos activos obtenidos. Diferencias en la polaridad del solvente, por ejemplo, pueden afectar la solubilidad de los compuestos antimicrobianos y, por tanto, su disponibilidad biológica. Además, estudios como los de Rodríguez y Salas (2021) han evidenciado que la CMI puede verse influenciada por la estabilidad química de los compuestos durante el almacenamiento y por su interacción con el medio de cultivo.

De acuerdo con la Tabla 3, la concentración mínima inhibitoria (CMI) del extracto etanólico de *T. erecta* L. fue homogénea, registrando 12,5 mg/mL frente a las tres cepas de *Streptococcus* beta-hemolítico. Esta uniformidad indica una alta potencia antimicrobiana del extracto y una baja variabilidad en la respuesta bacteriana, reforzando su potencial como candidato fitoterapéutico de acción constante. Estos resultados concuerdan con estudios previos; Latifian et al. (2021) y Meetong et al. (2023) atribuyen la efectividad de *T. erecta* frente a bacterias Gram positivas a compuestos bioactivos como quercetina, luteolina y marigoldina, los cuales interfieren en la membrana celular y procesos metabólicos esenciales de los patógenos. Sin embargo, se han reportado valores divergentes en la literatura. Por ejemplo, Villa et al. (2020) informaron una CMI de 4000 mg/mL para *T. erecta*, lo que resalta la influencia de factores experimentales como el tipo de solvente, la parte de la planta utilizada (hojas, flores o raíces), el método de extracción y las condiciones de cultivo bacteriano.

Asimismo, la consistencia observada en los valores de CMI en este estudio podría explicarse por la sinergia entre los diversos compuestos fitoquímicos presentes en el extracto, lo que potencia su eficacia global. Esta interacción natural permite que el extracto actúe sobre múltiples dianas bacterianas simultáneamente, a diferencia de muchos antibióticos convencionales que se dirigen a un solo blanco molecular. En este contexto, Herrera y Cáceres (2022) destacan que los compuestos fenólicos de *T. erecta* L. pueden inhibir enzimas

bacterianas clave, como la DNA girasa y el peptidoglicano sintasas, afectando tanto la replicación del ADN como la síntesis de la pared celular. Este mecanismo multiobjetivo ofrece una ventaja frente a cepas multirresistentes, que a menudo escapan a tratamientos dirigidos a blancos únicos.

Los resultados estadísticos obtenidos evidencian que la actividad antibacteriana de los extractos etanólicos de *B. pilosa* L. y *T. erecta* L. está influenciada por múltiples factores, incluyendo la especie y cepa bacteriana, la concentración del extracto y el tipo de planta, así como sus interacciones, lo que refleja la complejidad de la acción antimicrobiana de los compuestos vegetales. La mayor eficacia observada de *T. erecta* L. frente a *S. aureus* y *Streptococcus* beta-hemolítico podría estar relacionada con la presencia de metabolitos secundarios específicos, como flavonoides y terpenoides, que poseen reconocida actividad antibacteriana, mientras que *B. pilosa* L., aunque también efectiva, mostró halos de inhibición menores, lo que sugiere una menor concentración o actividad de estos compuestos.

La mayor sensibilidad de *S. aureus* comparada con *Streptococcus* beta-hemolítico puede deberse a diferencias estructurales en la pared celular y mecanismos de resistencia intrínsecos de cada especie, lo que coincide con estudios previos que reportan variabilidad en la susceptibilidad bacteriana a extractos vegetales. Además, la relación directamente proporcional entre concentración y efecto inhibitorio confirma que la actividad antibacteriana depende de la dosis, reforzando la importancia de determinar concentraciones óptimas para lograr un efecto terapéutico. Los hallazgos del análisis post hoc permiten identificar combinaciones específicas más o menos eficaces, lo que es crucial para orientar aplicaciones futuras de estos extractos en control de patógenos.

CONCLUSIONES

- Se determinó la susceptibilidad de las cepas de *S. aureus* y *Streptococcus* beta-hemolítico frente a los extractos etanólicos de *B. pilosa* L. y *T. erecta* L. Siendo más susceptible las cepas de *S. aureus* con promedios de halos de inhibición de 15,61 mm en comparación con *Streptococcus* beta-hemolítico que presentó en promedio 11,60 mm.
- Se estableció la CMI del extracto etanólico de *B. pilosa* L. frente a cepas de *S. aureus* y *Streptococcus* beta-hemolítico, obteniéndose un valor de 25 mg/mL para ambas bacterias.
- Se estableció la CIM del extracto etanólico de *T. erecta* L. frente a cepas de *S. aureus* y *Streptococcus* beta-hemolítico, siendo de 25 mg/mL para *S. aureus* y 12,5 mg/mL para *Streptococcus* beta-hemolítico.
- Se comparó la efectividad de los extractos etanólicos, observándose que el extracto de *T. erecta* L. presentó mayor efecto inhibitorio respecto a *B. pilosa* L., al generar halos de inhibición de mayor diámetro en todas las concentraciones evaluadas.

RECOMENDACIONES

- A investigadores en el área de microbiología, se recomienda continuar investigaciones que exploren con mayor detalle los modos de acción antimicrobiana de los extractos etanólicos de *Bidens pilosa* L. y *Tagetes erecta* L. sobre otras cepas bacterianas de importancia clínica, para evaluar su potencial como alternativas terapéuticas en el tratamiento de infecciones bacterianas.
- A laboratorios de investigación en fitoterapia y biotecnología, se recomienda efectuar estudios complementarios para identificar y caracterizar los compuestos secundarios implicados en la acción antimicrobiana detectada en *Bidens pilosa* L. y *Tagetes erecta* L., con el fin de desarrollar posibles formulaciones farmacéuticas o fitoterapéuticas con mayor eficacia y seguridad.
- A especialistas en el área de la salud y a investigadores del entorno científico, se recomienda promover la utilización de extractos naturales con actividad antibacteriana, como los de *B. pilosa* L. y *T. erecta* L., potenciar el estudio y desarrollo de nuevas alternativas frente a la resistencia bacteriana a los antibióticos convencionales.
- A entidades reguladoras y gubernamentales del sector salud, se recomienda fomentar investigaciones sobre la seguridad y toxicidad de los extractos etanólicos mencionados, en modelos animales y humanos, para establecer criterios de uso adecuados y evaluar su viabilidad en aplicaciones clínicas o comerciales.

REFERENCIAS

- Abdelmotaleb, M., Elshikh, H., Abdel, M., Elaasser, y Yosri, M. (2023). "Evaluation of antibacterial efficacy and phytochemical analysis of *Echinacea purpurea* towards MDR strains with clinical origins," *Al-Azhar Bulletin of Science*, 34(3), 18-27. <https://doi.org/10.58675/2636-3305.1643>
- Alara, O., Abdurahman, N., y Olalere, O. (2020). Ethanolic extraction of flavonoids, phenolics and antioxidants from *Vernonia amygdalina* leaf using two-level factorial design. *Journal of King Saud University– Science*, 32(1), 7-16. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2017.08.001>
- Babiker, A., y Kadri, S. (2022). ICU Management of Invasive β -Hemolytic Streptococcal Infections. *Infectious Disease Clinics of North America*, 36(4), 861–887. <https://doi.org/10.1016/j.idc.2022.07.007>
- Behera, G., Behera, M., Negi, A., y Challan, G. (2021). Development of Accelerated Soaking Method for Mustard using Microwave-Assisted Heating. *The Journal of Phytopharmacology*, 10(4):256-261. <https://doi.org/10.31254/phyto.2021.10407>
- Berwal, A., Chawla, K., Shetty, S., y Gupta, A. (2019). Trend of antibiotic susceptibility of *Streptococcus pyogenes* isolated from respiratory tract infections in tertiary care hospital in south Karnataka. *Iran Journal of Microbioly*, 11(1), 13–18. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6462275/>
- Burlou, C., Bănică, F., Negrean, R., Jurca, T., Vicas, L., Marian, E., Bácskay, I., Kiss, R., Fehér, P., Vicas, S., Miere, F., Memete, A., y Pallag, A. (2023). Determination of the Bioactive Compounds from *Echinacea purpurea* (L.) Moench Leaves Extracts in Correlation with the Antimicrobial Activity and the In Vitro Wound Healing Potential. *Molecules*, 28(15). <https://doi.org/10.3390/molecules28155711>
- Camacho, L. (2023). Resistencia bacteriana, una crisis actual. *Revista Española de Salud Pública*, 97. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10541255/>
- Camacho, C., Pérez, Y., Valdivia, A., Ramírez, H., y Gómez, L. (2019). Propiedades fitoquímicas y antibacterianas de extractos de *Tagetes erecta* L. (Asteraceae). *Revista Cubana de Química*, 31(1), 53-64. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212019000100053&lng=es&tlng=es

- Cantón, R. (2010). Lectura interpretada del antibiograma: una necesidad clínica. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 28(6), 375–385. <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2010.01.001>
- Chafra, A., y Silva, L. (2023). Evaluación in vitro del efecto antibacteriano de los extractos de *Bidens pilosa* L. y *Eryngium foetidum*. *Polibotánica*, (55), 109-119. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.55.8>
- Danelli, T., Crepaldi, F., De Oliveira, T., Soares, R., Frizon, D., Gonçalves, G., De Oliveira, C., Reis, E., Megumi, L., Eches, M., y Yamada, S. (2020). Nasal Carriage by *Staphylococcus aureus* among Healthcare Workers and Students Attending a University Hospital in Southern Brazil: Prevalence, Phenotypic, and Molecular Characteristics. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*. <https://doi.org/10.1155/2020/3808036>
- Franco, J., Zerpa, E., Moreno, R., Colmenares, R., Pérez, M., Leal, C., y Parra, K. (2014). Susceptibilidad in vitro del *Staphylococcus aureus* al cloranfenicol aislado en muestras de secreciones. Hospital “Dr. Patrocinio Peñuela Ruiz” IVSS. San Cristóbal, Edo. Táchira. Venezuela, *Boletín Venezolano de infectología*, 16(1). <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2016/07/914/05-franco-j-40-45.pdf>
- Gajdács, M., Ábrók, M., Lázár, A., y Burián, K. (2020). Beta-Haemolytic Group A, C and G Streptococcal Infections in Southern Hungary: A 10-Year Population-Based Retrospective Survey (2008–2017) and a Review of the Literature. *Infection and Drug Resistance*, 13, 4739–4749. <https://doi.org/10.2147/IDR.S279157>
- Guzmán, J., Tejero, R., Villalón, P., y Pino, S., y Martínez, L., (2020). Caracterización de estreptococos beta-hemolíticos del grupo A con fenotipo mucoide aislados en un hospital de tercer nivel. *Enfermedades infecciosas y Microbiología Clínica*, 40(7) 381-384. <https://doi.org/10.1016/j.eimc.2020.12.015>
- Horn, D., Roberts, E., Shen, J., Chan, J., Bulger, E., Weiss, N., Lynch, J., Bryson, C., y Robinson, B. (2020). Outcomes of β -Hemolytic Streptococcal Necrotizing Skin and Soft-tissue Infections and the Impact of Clindamycin Resistance. *Clinical Infectious Diseases*, 73(11). <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa976>
- Howde, B., Giulieri, S., Wong, T, Baines, S., Sharkey, L., Lee, J., Hachani. A., Monk, I., y Stinear, T. (2023). *Staphylococcus aureus* interacciones y adaptación del huésped. *Nature Reviews Microbiology*, 21(6), 380-395. <https://doi.org/10.1038/s41579-023-00852-y>

- Hussaini, M., Uba, A., Dabo, A., y Salan, M. (2021). Nigerian Medicinal Plants with Potential Antibacterial Property: A Review. *The Journal of Phytopharmacology*, 10(1), 26-34. https://www.researchgate.net/publication/349644311_Nigerian_Medicinal_Plants_with_Potential_Antibacterial_Property_A_Review
- Ilori, O., Okeke, E., Adeneye, A., Afolayan, T., Emmanuel, A., y Basse, O. (2022). Effects of *Helianthus annuus* and *Anthocleista djalonensis* on *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 25(3), 22-27. <https://doi.org/10.9734/JABB/2022/v25i330271>
- Kumar, G., y Tudu, A. (2023). Tackling multidrug-resistant *Staphylococcus aureus* by natural products and their analogues acting as NorA efflux pump inhibitors. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 80, 117187. <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2023.117187>
- Lakhundi., S., y Shang, K. (2018). Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*: Molecular Characterization, Evolution, and Epidemiology. *ClinicalMicrobiologyReviews*, 31(4). <https://doi.org/10.1128/cmr.00020-18>
- Latifian, E., Otur, C., Abanoz, B., Arslanoglu, S., y Kurt, A. (2021). Evaluation of antimicrobial activity in extracts of different parts of three tagetes specie. *Turkish Journal Of Field Crops*, 26(1), 117-122. <https://doi.org/10.17557/tjfc.950272>
- Li, X., Zhang, L., y Gao, H. (2021). Structural characteristics of beta-hemolytic *Streptococcus* capsules and their barrier functions. *Journal of Bacteriology Research*, 12(2), 90–101.
- Meetong, P., Ananchaiphathana, P., Asawahame, C., Thanarangsarit, P., y Jutiviboonsuk, A. (2023). Formulation of topical gel containing *Tagetes erecta* L. floral extract and its antibacterial activity. *Pharmaceutical Sciences Asia*, 50(2), 157-162. <https://doi.org/10.29090/psa.2023.02.22.369>
- Navarro, R., Narváez, H., y Osorio, M. (2015). *Frecuencia de Streptococcus β-hemolítico grupo A, en niños que asisten al Centro de Desarrollo Infantil “Arlen Siu” de la UNAN-Managua en las edades de 1 a 5 años, en el periodo septiembre-diciembre de 2014* [tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-Managua]. Repositorio de UNAN. <https://repositorio.unan.edu.ni/1022/1/63724.pdf>
- Ngoupayo, J., Tsayo, E., Sipowo, V., Matchawe, C., y Kouamouo, J. (2019). Chemical screening and identification of Secondary metabolites by HPLC-MS-UV and Antimicrobial activity of *Bidens pilosa* (Asteraceae) extracts. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(4), 1001-1006. <https://www.phytojournal.com/archives/2019.v8.i4.9072/chemical-screening-and->

identification-of-secondary-metabolites-by-hplc-ms-uv-and-antimicrobial-activity-of-Itemgbidens-pilosaltmg-asteraceae-extracts

- Osorio, M., y Amores, M. (2016). Existen eventos morfológicos relacionados con la aparición de la crisis hipertensiva. *Correo Científico Médico de Holguín*, (3).
- Pal, M., Berhanu, G., Megersa, L., y Kandi, V. (2020). Epidemiology, Pathogenicity, Animal Infections, Antibiotic Resistance, Public Health Significance, and Economic Impact of *Staphylococcus Aureus*: A Comprehensive Review. *American Journal of Public Health Research*, 8(1), 14-21. <https://www.researchgate.net/publication/339041889>
- Paragua, M., Norberto, L., Paragua, C., Bustamante, N., y Paragua, M. (2022). Investigación científica Formulación de proyectos de investigación y tesis (1.a ed.). <https://www.unheval.edu.pe/portal/investigacion-cientifica-formulacion-de-proyectos-de-investigacion-y-tesis/>
- Pasachova, J., Ramírez, S., y 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
- Pavez, D., Pérez, R., Cofré, J., y Rodríguez, J. (2019). Recomendaciones para el diagnóstico y tratamiento etiológico de la faringoamigdalitis aguda estreptocócica en pediatría. *Revista chilena de infectología*, 36(1), 69-77. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182019000100069>
- Pidwill, G., Gibson, J., Cole, J., Renshaw, S., y Foster, S. (2021). The Role of Macrophages in *Staphylococcus aureus* Infection. *Frontiers in immunology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.620339>
- Rikisahedew, J., Naidoo, Y., y Dewir, Y. (2023). Phytochemical screening and potential antibacterial activity of *Tagetes minuta* L. Leaves. *Applied ecology and environmental research* 21(5), 4795-4806. http://dx.doi.org/10.15666/aeer/2105_47954806
- Rodrigo, R. (27 de mayo de 2021). Concentración mínima inhibitoria: interpretación y definición. *Estudiando*. <https://estudiando.com/concentracion-minima-inhibitoria-interpretacion-y-definicion/>
- Rungelrath, V., y DeLeo, F. (2021). *Staphylococcus aureus*, Antibiotic Resistance, and the Interaction with Human Neutrophils. *Antioxid Redox Signal. February*, 34(6), 452–470. <https://doi.org/10.1089/ars.2020.8127>
- Segura, T., Castro, A., Ramos, N., Alcarraz, M., Inostroza, L., y Castillo, F. (2024). Composición Química, Actividad Antioxidante, Antimicrobiana y Antifúngica del

- Aceite Esencial de Hojas y Flores de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. Subsp. *Macrocephalum* (Dc.) R.R. Johnson “Hierba de Gallinazo”. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 89(4).
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2023000400266
- Singh, Y., Gupta, A., y Kannoja, P. (2020). *Tagetes erecta* (Marigold) - A review on its phytochemical and medicinal properties. *Current Medical and Drug Research*, 4(1).
<https://doi.org/10.53517/CMDR.2581-5008.412020201>
- Smith, J. (2022). Terpenes as bacterial efflux pump inhibitors: A systematic review. *Frontiers in Pharmacology*, 13, 953982. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.953982>
- Soto, E., Rodríguez, Y., Loango, N., y Landázuri, P. (2018). Extractos de *Tagetes patula* L. (Asteraceae): potencial bactericida contra Moko. *Revista Mexicana de Ciencias Agropecuarias*, 9(5), 949-959. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i5.1504>
- Taype, O., Aguirre, L., Ruiz, A y Ore, F. (2021). Compuestos bioactivos, perfil antioxidante y actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Tagetes erecta* y *Tagetes patula*. *Revista científica*, 7(5), 451-464.
[file:///C:/Users/alex1/Downloads/DialnetCompuestosBioactivosPerfilAntioxidanteYActividadAn-8383817%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/alex1/Downloads/DialnetCompuestosBioactivosPerfilAntioxidanteYActividadAn-8383817%20(1).pdf)
- Villavicencio, B., Sarmiento, J., Flores, C., y Torrachi, J. (2021). Efecto antibacteriano in vitro de extractos de *Caesalpinia spinosa* sobre cepas de *Staphylococcus aureus* resistentes a antibióticos betalactámicos. *Odontología Sanmarquina*, 24(3), 205-214.
<https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/07/1255438/villavicencio2432.pdf>
- Villa, P., Iliana, A., Ascacio, J., Esparza, S., Cobos, L., Rodríguez, R., y Silva, S. (2020). Phenolic compounds of *Tagetes lucida* Cav. With antibacterial effect due to membrane damage. *Blacpma*, 19(6), 580–590.
https://www.researchgate.net/publication/344849521_Phenolic_compounds_of_Tagetes_lucida_Cav_with_antibacterial_effect_due_to_membrane_damage
- Vitón, L., Iglesias, S., Becerra, G., Ruiz, C., y Calderón, C. (2023). Susceptibilidad antimicrobiana de *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus* β -hemolítico frente al extracto etanólico de *Schinus molle* L. *Revista Cubana de Medicina Natural y Tradicional*, 5. <https://revmnt.sld.cu/index.php/rmnt/article/view/232/154>
- Wang, Y., Liu, Z., y Shen, X. (2022). Role of surface proteins M and G in immune evasion by *Streptococcus* groups C and G. *Infection and Immunity*, 90(7).
<https://doi.org/10.1128/IAI.00538-22>

ANEXOS

Anexo 1

Fichas de recolección de datos

a. Método de kirby-Bauer para *S. aureus*

PLANT A	ESPECI E/CEPA	REPETIC IONES	CONCENTRACIONES					
			100	200	400	600	800	Promedio
<i>B. pilosa</i> L.	<i>S. aureus</i> Cepa 1	R1						
		R2						
		R3						
		Promedio						
	<i>S. aureus</i> Cepa 2	R1						
		R2						
		R3						
		Promedio						
	<i>S. aureus</i> Cepa 3	R1						
		R2						
		R3						
		Promedio						
<i>T. erecta</i> L.	<i>S. aureus</i> Cepa 1	R1						
		R2						
		R3						
		Promedio						
	<i>S. aureus</i> Cepa 2	R1						
		R2						
		R3						
		Promedio						
	<i>S. aureus</i> Cepa 3	R1						
		R2						
		R3						
		Promedio						

b. Método de kirby-Bauer para *Streptococcus beta-hemolítico*

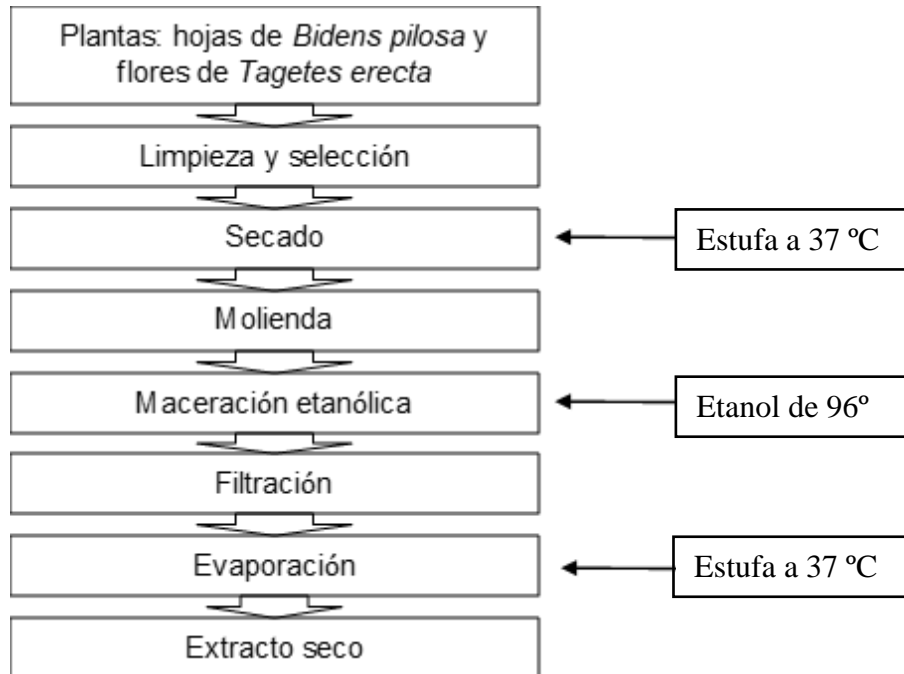
PLANTA	ESPECIE/ CEPA	REPETI CIONES	CONCENTRACIONES					Promedio
			100	200	400	600	800	
B. pilosa L.	<i>Streptococcus beta-hemolítico</i> Cepa 1	R1						
		R2						
		R3						
		Promedio						
	<i>Streptococcus beta-hemolítico</i> Cepa 2	R1						
		R2						
		R3						
		Promedio						
	<i>Streptococcus beta-hemolítico</i> Cepa 3	R1						
		R2						
		R3						
		Promedio						
T. erecta L.	<i>Streptococcus beta-hemolítico</i> Cepa 1	R1						
		R2						
		R3						
		Promedio						
	<i>Streptococcus beta-hemolítico</i> Cepa 2	R1						
		R2						
		R3						
		Promedio						
	<i>Streptococcus beta-hemolítico</i> Cepa 3	R1						
		R2						
		R3						
		Promedio						

c. Concentración mínima inhibitoria (cmi)

Especie bacteriana	Cepa	Concentraciones del extracto (mg/mL)					Control (+)	Control (-)
	Cepa 1							
	Cepa 2							
	Cepa 3							
	Cepa 1							
	Cepa 2							
	Cepa 3							

Anexo 2

Flujograma del proceso de la extracción del extracto etanólico a partir de hojas de *Bidens pilosa* L. y flores *Tagetes erecta* L.



Anexo 3

Susceptibilidad de cepas de S. aureus frente a diferentes concentraciones de los extractos etanólicos de B. pilosa L. y T. erecta L.

PLANT A	ESPECI E/CEPA	REPETIC IONES	CONCENTRACIONES					Promedio
			100	200	400	600	800	
<i>B. pilosa</i> L.	<i>S. aureus</i> Cepa 1	R1	10	13	14	15	16	13,60
		R2	7	14	15	15	14	13,00
		R3	11	10	13	13	15	12,40
		Promedio	9,33	12,33	14,00	14,33	15,00	13,00
	<i>S. aureus</i> Cepa 2	R1	10	12	14	14	12	12,40
		R2	7	10	10	16	17	12,00
		R3	10	11	14	14	15	12,8
		Promedio	9,00	11,00	12,67	14,67	14,67	12,40
	<i>S. aureus</i> Cepa 3	R1	10	10	12	14	14	12,00
		R2	8	12	11	15	14	12,00
		R3	7	11	13	14	16	12,20
		Promedio	8,33	11,00	12,00	14,33	14,67	12,07
<i>T. erecta</i> L.	<i>S. aureus</i> Cepa 1	R1	14	17	17	18	23	17,80
		R2	16	17	21	21	24	19,80
		R3	11	17	16	19	19	16,40
		Promedio	13,67	17,00	18,00	19,33	22,00	18,00
	<i>S. aureus</i> Cepa 2	R1	12	12	19	22	22	17,40
		R2	14	16	17	20	23	18,00
		R3	13	13	20	25	20	18,20
		Promedio	13,00	13,67	18,67	22,33	21,67	17,87
	<i>S. aureus</i> Cepa 3	R1	14	20	21	22	24	20,20
		R2	12	16	20	21	26	19,00
		R3	16	16	26	24	27	21,80
		Promedio	14,00	17,33	22,33	22,33	25,67	20,33

Anexo 4

Susceptibilidad de cepas de Streptococcus beta-hemolítico frente a diferentes concentraciones de los extractos etanólicos de B. pilosa L. y T. erecta L.

PLANTA	ESPECIE/ CEPA	REPETI CIONES	CONCENTRACIONES					Prome dio
			100	200	400	600	800	
B. pilosa L.	<i>Streptococcus beta- hemolítico</i> Cepa 1	R1	8	9	13	12	13	11,00
		R2	8	9	9	12	12	10,00
		R3	9	8	10	11	11	9,80
		Promedio	8,33	8,67	10,67	11,67	12,00	10,27
	<i>Streptococcus beta- hemolítico</i> Cepa 2	R1	7	8	11	12	11	9,80
		R2	10	11	11	12	12	11,20
		R3	10	10	10	11	14	11,00
		Promedio	9,00	9,67	10,67	11,67	12,33	10,67
	<i>Streptococcus beta- hemolítico</i> Cepa 3	R1	7	10	11	12	11	10,20
		R2	6	8	10	9	12	9,00
		R3	13	13	12	13	15	13,20
		Promedio	8,67	10,33	11,00	11,33	12,67	10,80
T. erecta L.	<i>Streptococcus beta- hemolítico</i> Cepa 1	R1	14	16	14	17	19	16,00
		R2	9	9	13	15	17	12,60
		R3	11	12	14	19	18	14,80
		Promedio	11,33	12,33	13,67	17,00	18,00	14,47
	<i>Streptococcus beta- hemolítico</i> Cepa 2	R1	11	11	14	20	20	15,20
		R2	6	8	10	11	13	9,60
		R3	8	7	9	11	13	9,60
		Promedio	8,33	8,67	11,00	14,00	15,33	11,47
	<i>Streptococcus beta- hemolítico</i> Cepa 3	R1	8	10	13	14	14	11,80
		R2	8	10	13	14	14	11,80
		R3	9	11	12	14	15	12,20
		Promedio	8,33	10,33	12,67	14,00	14,33	11,93

Anexo 5

Comparación de la efectividad de los extractos etanólicos de *Bidens pilosa* L. y *Tagetes erecta* L.

Comparación de los promedios de las medidas de los halos de inhibición de los extractos etanólicos de *B. pilosa* L. y *T. erecta* L. frente a *S. aureus* y *Streptococcus beta-hemolítico*.

Concentraciones de los extractos etanólicos (mg/mL)	Medidas de los halos de inhibición (mm)			
	<i>Staphylococcus aureus</i>		<i>Streptococcus beta-hemolítico</i>	
	<i>B. pilosa</i>	<i>T. erecta</i>	<i>B. pilosa</i>	<i>T. erecta</i>
100	8,87	13,56	8,66	9,33
200	11,44	16,00	9,57	10,44
400	12,89	19,66	10,78	12,45
600	14,44	21,33	11,56	15,00
800	14,78	23,11	12,33	15,87
Promedio final	12,48	18,73	10,58	12,62

Anexo 6

Prueba de Tukey para la comparación de los promedios de las medidas de los halos de inhibición según la susceptibilidad de las cepas S. aureus y Streptococcus beta-hemolítico frente a los extractos etanólicos de B. pilosa L. y T. erecta L.

Cepa * Bacteria * Extracto	Promedio de los halos de inhibición (mm)	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Cepa 1 / <i>Streptococcus</i> / <i>B. pilosa</i> L.	10,27	A			
Cepa 2 / <i>Streptococcus</i> / <i>B. pilosa</i> L.	10,67	A	b		
Cepa 3 / <i>Streptococcus</i> / <i>B. pilosa</i> L.	10,80	A	b		
Cepa 2 / <i>Streptococcus</i> / <i>T. erecta</i> L.	11,47	A	b		
Cepa 3 / <i>Streptococcus</i> / <i>T. erecta</i> L.	11,93	A	b		
Cepa 3 / <i>S. aureus</i> / <i>B. pilosa</i> L.	12,07	A	b		
Cepa 2 / <i>S. aureus</i> / <i>B. pilosa</i> L.	12,40	A	b		
Cepa 1 / <i>S. aureus</i> / <i>B. pilosa</i> L.	13,00	A	b		
Cepa 1 / <i>Streptococcus</i> / <i>T. L. erecta</i>	14,47		b	c	
Cepa 2 / <i>S. aureus</i> / <i>T. erecta</i> L.	17,87			c	D
Cepa 1 / <i>S. aureus</i> / <i>T. erecta</i> L.	18,00			c	D
Cepa 3 / <i>S. aureus</i> / <i>T. erecta</i> L.	20,33				D
Significancia bilateral (p –valor)		0,42	0,05	0,09	0,59

Nota. Letras diferentes indican diferencia significativa, mientras las letras iguales indican que no existe diferencia significativa