Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras distribuir, combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial y, a pesar que son nuevas obras deben siempre rendir crédito y ser no comerciales, no están obligadas a licenciar sus obras derivadas bajo los mismos términos.

http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

VICERRECTORADO DE INVESTIGACION

Facultad de Farmacia y Bioquímica

Screening fitoquímico de *Baccharis tricuneata* “tola” y su actividad antimicrobiana frente a *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Candida albicans.*

Línea de investigación

Salud Pública y Conservación del Medio Ambiente

INFORME FINAL DE TESIS

Autor

Bach. GONZALES BENDEZU, ALEJANDRO JAVIER

Ica, Perú

2026

Dedicatoria

A Dios, por concederme la vida, la fortaleza, la salud y la sabiduría necesarias para culminar esta etapa importante de mi formación profesional, guiando mis pasos para convertirme en una persona íntegra y con valores.

Dedico el presente trabajo de investigación a mi tío Luis Manuel y a mi abuela Felicita Valencia, quienes con su amor, esfuerzo y dedicación fueron pilares fundamentales en mi formación personal y profesional.

Asimismo, a mi pareja Leysi María, por su apoyo incondicional, comprensión y acompañamiento permanente durante todo mi proceso de formación académica, demostrando una entrega y compromiso que hicieron posible la culminación de esta meta profesional.

De manera especial, a mi hermano Luis Edgard, por su orientación, motivación constante y valioso aporte durante el desarrollo de este trabajo, convirtiéndose en un soporte esencial para la culminación de esta etapa profesional.

Agradecimientos

A la Dra. Santos Haydee Chávez Orellana, por su asesoría, orientación científica, dedicación y valiosos aportes durante el desarrollo experimental y la elaboración del presente trabajo de investigación.

Al Biólogo Alfonso Orellana García, por su apoyo técnico, asesoría especializada y acompañamiento constante en las diferentes etapas del estudio.

A la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, por brindarme la formación académica y las facilidades necesarias para la realización de esta investigación.

De manera especial, agradezco a la Asociación Científica de Investigación Farmacéutica (ACIF) de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, por el apoyo brindado durante el desarrollo del presente trabajo, así como a sus miembros y estudiantes que colaboraron de manera directa o indirecta en su ejecución.

A la Dra. Ramos Huamán Vda. de Corzo Bertha Estela, por la autorización y disposición brindada para la realización de parte del trabajo experimental.

Finalmente, agradezco a mi familia en general por su apoyo moral, comprensión y motivación constante a lo largo de mi formación académica y durante la realización del presente trabajo de investigación.

Índice

Dedicatoria ii
Agradecimientos iii
Índice de contenidos iv
Índice de tablas vi
Índice de figuras vii
RESUMEN ix
ABSTRACT x
I. INTRODUCCION 11
1.1. Antecedentes 13
1.1.1. Antecedentes Internacionales 13
1.1.2. Antecedentes Nacionales 15
1.2. Justificación e importancia de la investigación 17
1.2.1. Justificación 17
1.2.2. Importancia 18
1.3. Objetivos de la investigación 19
1.3.1. Objetivo general 19
1.3.2. Objetivos específicos 19
1.4. Marco teórico 19
1.4.1. Características morfológicas de *Baccharis tricuneata* (L.f.) Pers. "tola" 19
1.4.2. Clasificación taxonómica 20
1.4.3. Microorganismos patógenos 22
II. EXTRATEGIA METODOLOGICA 28
2.1. Población de estudio 28
2.1.1. Población vegetal 28
2.1.2. Microorganismos 28
2.2. Técnicas y procedimientos de recolección de datos 28
2.2.1. Recolección y tratamiento de la muestra vegetal 28
2.2.2. Obtención del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* "tola" 29
2.2.3. Identificación de los metabolitos secundarios del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* "tola" 29
2.3. Evaluación de la actividad antimicrobiana 31
2.3.1. Preparación del inoculo 31
2.3.2. Determinación de los halos de inhibición de crecimiento microbiano 31

2.3.3. Determinación de la concentración mínima inhibitoria (MCI) y la concentración mínima bactericida (MCB) 33
2.3.4. Evaluación de la capacidad bactericida y bacteriostática 34
III. RESULTADOS 35
IV. DISCUSIÓN 42
V. CONCLUSIONES 45
VI. RECOMENDACIONES 46
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 47
VIII. ANEXOS 53

Índice de tablas

Tabla 1: Identificación fitoquímica del extracto etanólico de las hojas *de Baccharis Tricuneata* "tola". 35

Tabla 2: Promedio del diámetro (mm) de los halos de inhibición de crecimiento de las diferentes cconcentraciones del extracto de *Baccharis tricuneata* "tola" frente a *Staphylococcus aureus, Escherichia coli* y *Candida albicans*, utilizando como controles positivos cloranfenicol y clotrimazol y como control negativo alcohol de 96°. 36

Tabla 3: Diferencia significativa del diámetro (mm) de los halos de inhibición de las diferentes concentraciones del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* "tola" frente a *Staphylococcus aureus, Escherichia coli* y *Candida albicans*.....38

Tabla 4: Porcentaje de inhibición relativa (PIR) del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* "tola" a 800 mg/mL de concentración frente *Staphylococcus aureus, Escherichia coli* y *Candida albicans*, utilizando como controles positivos el cloranfenicol y clotrimazol. 39

Tabla 5: Concentración mínima inhibitoria (MCI) y concentración mínima Bactericida (MCB) del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* "tola" a partir de una concentración de 800 mg/mL frente a *Staphylococcus aureus, Escherichia coli* y *Candida albicans.*...40

Tabla 6: Efecto antimicrobiano del extracto etanólico de las hojas de *Baccharis tricuneata* "tola" frente a *Staphylococcus aureus, Escherichia coli* y *Candida albicans.*.....41

Tabla 7: Actividad antimicrobiana del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* a diferentes concentraciones frente a *Staphylococcus aureus, Escherichia coli* y *Candida albicans,* utilizando como controles positivos el cloranfenicol y el clotrimazol.

Por triplicado. 65

Tabla 8: Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes. 68

Índice de figuras

Figura 1. *Baccharis tricuneata* (L.f.) Pers.en su hábitat natural. 21

Figura 2. Halos de inhibición de las diferentes concentraciones del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* "tola". (A) *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, (B) *Escherichia coli* ATCC 25922, (C) *Cándida albicans* (clínica), utilizando como control positivo cloranfenicol para las bacterias y clotrimazol para el hongo, y como control negativo alcohol al 96°. 37

ANEXOS

Figura 3: (A) Planta entera de *Baccharis tricuneata* Ruiz & Pav. "tola", (B) hojas. 53

Figura 4. Coordenadas geográficas del punto de colecta de las hojas de *Baccharis tricuneata* Ruiz & Pav. "tola". 54

Figura 5. Ficha de recolección de datos antes de la extracción de la muestra vegetal en el punto de muestreo 55

Figura 6: Constancia de identificación de la muestra vegetal 56

Figura 7: (A) Colección de la muestra vegetal en bolsas de papel kraft, (B) Limpieza y eliminación de hojas en mal estado y otras impurezas presentes en la muestra y (C) secado de las hojas de *Baccharis tricuneata* en ambiente seco y bajo sombra. 57

Figura 8. Obtención del extracto etanólico de las hojas de *Baccharis tricuneata* Ruiz & Pav. "tola" 58

Figura 9. Screening fitoquímico del extracto etanólico de las hojas de *Baccharis tricuneata* Ruiz & Pav. "tola". 59

Figura 10: A, B, C. Reacciones de coloración y precipitación en la determinación de metabolitos secundarios del extracto de *Baccharis tricuneata*. 60

Figura 11. Resultados positivos en la identificación de metabolitos secundarios en el extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* Ruiz & Pav. "tola": (A) taninos, (B) aminoácidos, (C) flavonoides, (D) triterpenoides y esteroides, (E) antraquinonas, (F) catequinas y (G) saponinas. 61

Figura 12: Microorganismos activados en caldo nutritivo (CN). 62

Figura 13. Método de difusión por excavación en agar para la evaluación de la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* "tola" frente a *Staphylococcus aureus, Escherichia coli* y *Candida albicans*. 63

Figura 14: Siembra por estría en toda la placa (3 direcciones) de las cepas estudiadas en PDA. 64

Figura 15. Redacción de los datos de investigación en la vita de variables del programa estadístico SPSS v.31.....66

Figura 16. Redacción de los datos de investigación en la vita de datos del programa estadístico SPSS v.31.....67

Figura 17. Método de dilución para la determinación de la MCI y MCB del extracto etanólico *de Baccharis tricuneata* frente a *Staphylococcus aureus, Escherichia coli* y *Candida albicans.*.....69

Figura 18: Método de dilución para determinar la concentración mínima inhibitoria y la concentración mínima bactericida. 70

Figura 19. Concentración Mínima Inhibitoria (MCI) del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* Ruiz & Pav. "tola" frente a: (A) *Staphylococcus aureus*, (B) *Escherichia coli*, (C) *Candida albicans.* 71

Figura 20. Concentración mínima bactericida (MCB) del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* frente a: (A, B) *Staphylococcus aureus*, (C) *Escherichia coli* y (D) *Candida albicans*.....72

RESUMEN

El objetivo fue determinar los metabolitos secundarios presentes en el extracto etanólico de las hojas de *Baccharis tricuneata "*tola" y evaluar su actividad antimicrobiana frente a microorganismos de importancia clínica. Los métodos incluyeron el Screening fitoquímico para la determinación de metabolitos secundarios, el método de difusión por excavación a diferentes concentraciones del extracto: 800, 600, 400 y 200 mg/mL para evaluar la actividad antimicrobiana midiendo el porcentaje de inhibición relativa (PIR), y el método de dilución para hallar la Concentración Mínima Inhibitoria (MCI) y la Concentración Mínima Bactericida (MCB) determinando el efecto bactericida y bacteriostático del extracto.

Se identificó en el extracto la presencia de flavonoides, taninos, aminoácidos, compuestos fenólicos, saponinas, triterpenoides, antraquinonas y catequinas. Asimismo, tuvo actividad antimicrobiana en todas las concentraciones, siendo la de 800 mg/mL la que presentó mayor halo de inhibición en todas las cepas evaluadas. El extracto de la tola utilizando el cloranfenicol como control positivo presento una acción antimicrobiana baja (42 %) frente a *Escherichia coli* ATCC25922 y una acción antimicrobiana alta (82 %) frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Con el clotrimazol, el extracto etanólico frente a *Candida albicans* (clínica) presento una acción antimicrobiana intermedia (66 %). Se determinó que el extracto etanólico de *Baccharis tricuneata*, tuvo un efecto bactericida sobre *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Cándida albicans* (clínica). Se concluye que el extracto etanólico de *Baccharis tricuneata*. *"*tola" presenta actividad antimicrobiana.

Palabras claves: Actividad antimicrobiana, screening fitoquímico, *Baccharis tricuneata "*tola"., *Staphylococcus aureus, Cándida albicans.*

ABSTRACT

The objective was to identify the secondary metabolites present in the ethanolic extract of *Baccharis tricuneata* "tola" leaves and to evaluate their antimicrobial activity against clinically significant microorganisms. The methods included phytochemical screening to identify secondary metabolites, the well diffusion method at different extract concentrations: 800, 600, 400, and 200 mg/mL to evaluate antimicrobial activity by measuring the relative inhibition percentage (RIP), and the dilution method to determine the Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and the Minimum Bactericidal Concentration (MBC), thereby assessing the bactericidal and bacteriostatic effects of the extract.

The presence of flavonoids, tannins, amino acids, phenolic compounds, saponins, triterpenoids, anthraquinones, and catechins was identified in the extract. Furthermore, it exhibited antimicrobial activity at all concentrations, with the 800 mg/mL concentration showing the largest inhibition zone in all evaluated strains. The tola extract, using chloramphenicol as a positive control, exhibited low antimicrobial activity (42%) against Escherichia coli ATCC 25922 and high antimicrobial activity (82%) against Staphylococcus aureus ATCC 25923. With clotrimazole, the ethanolic extract exhibited moderate antimicrobial activity (66%) against Candida albicans (clinical strain). It was determined that the ethanolic extract of *Baccharis tricuneata* had a bactericidal effect on Escherichia coli ATCC 25922, Staphylococcus aureus ATCC 25923, and Candida albicans (clinical). It is concluded that the ethanolic extract of *Baccharis tricuneata* "tola" exhibits antimicrobial activity.

Keywords: Antimicrobial activity, phytochemical screening, *Baccharis tricuneata* "tola", *Staphylococcus aureus, Candida albicans.*

I. INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad, el ser humano ha recurrido a remedios tradicionales para atender diversas necesidades en la salud, transmitiendo de generación en generación conocimientos empíricos sobre el uso de plantas y técnicas curativas. La medicina tradicional comprende un conjunto de conocimientos y prácticas que se remontan a épocas anteriores a la biomedicina moderna y que aún en la actualidad constituyen una parte integral de la atención sanitaria en muchas culturas alrededor del mundo, reconociéndose su uso en más de 170 países según la Organización Mundial de la Salud (OMS), quien promueve su integración segura y basada en evidencia dentro de los sistemas nacionales de salud (1). Esta persistencia global refleja no solo su valor cultural y accesibilidad para comunidades rurales y urbanas, sino también el reconocimiento de que muchas plantas utilizadas tradicionalmente contienen compuestos naturales con acciones terapéuticas. En el ámbito científico, las plantas medicinales se definen como especies vegetales cuyas partes, como hojas, raíces o flores, son empleadas en preparados terapéuticos debido a la presencia de metabolitos secundarios (pequeñas moléculas bioactivas como alcaloides, flavonoides y compuestos fenólicos) que exhiben diversas propiedades farmacológicas, incluyendo efectos antimicrobianos, antiinflamatorios y antioxidantes, y que han sido objeto de estudio tanto en medicina tradicional como en investigación moderna para el desarrollo de agentes terapéuticos (2). Por tanto, comprender el uso histórico de las prácticas tradicionales, así como la naturaleza de los metabolitos presentes en plantas medicinales constituye una base fundamental para explorar su potencial como fuente de nuevos compuestos activos de interés farmacéutico en investigaciones microbiológicas contemporáneas.

En el Perú, la biodiversidad vegetal es una de las más ricas del mundo, posicionando al país entre los 12 países megadiversos del planeta, con una flora que supera las 25 000 especies reportadas, de las cuales una parte considerable se emplea tradicionalmente con fines terapéuticos por diversas culturas locales (3). Esta elevada riqueza biológica se explica por la gran variedad de pisos ecológicos y hábitats, desde la Amazonía hasta los andes y la costa, lo que permite que aproximadamente 1 300 especies vegetales nativas cuenten con usos medicinales conocidos, representando un porcentaje significativo de la diversidad total de plantas del país (4).

El género Baccharis (familia Asteraceae) constituye uno de los grupos vegetales más numerosos del continente americano, con estimaciones taxonómicas que señalan entre 350 y 500 especies distribuidas desde el sur de los Estados Unidos hasta el extremo austral de Sudamérica, destacándose por su amplia adaptación a diversos ecosistemas y por su importancia etnobotánica en varias regiones del continente (5). Dentro de este género se

encuentra *Baccharis tricuneata* (L. f.) Pers., conocida comúnmente como “tola”, especie que en el Perú se distribuye principalmente en zonas altoandinas (6). Esta planta se desarrolla en ambientes naturales ubicados entre aproximadamente 2 500 y 4 000 m s.n.m., sobre suelos bien drenados y expuestos a radiación solar intensa, creciendo en ecosistemas caracterizados por bajas temperaturas, marcada estacionalidad de lluvias y variaciones de humedad, propios de la puna y los matorrales andinos (7). En comunidades andinas, *B. tricuneata* ha sido utilizada en la medicina tradicional mediante infusiones y decocciones para aliviar inflamaciones, dolores corporales y malestares gastrointestinales (8), lo que evidencia su relevancia terapéutica popular. Diversos estudios realizados en especies del mismo género han identificado la presencia de metabolitos secundarios como flavonoides, diterpenos, triterpenos y otros compuestos fenólicos, asociados a actividades farmacológicas entre ellas efectos antimicrobianos, antiinflamatorios y antioxidantes, lo que permite inferir que *B. tricuneata* podría constituir una fuente potencial de compuestos bioactivos de interés para la investigación científica (9).

Por lo tanto, las propiedades atribuidas a *Baccharis tricuneata* la posicionan como una posible fuente de compuestos bioactivos de interés clínico, lo que justifica su evaluación frente a microorganismos responsables de diversas enfermedades infecciosas.

La resistencia a los agentes antimicrobianos por parte de los microorganismos ha incrementado la preocupación en el ámbito de la salud pública, debido a que muchas infecciones causadas por bacterias y hongos presentan una disminución progresiva en su respuesta a los tratamientos convencionales. Este fenómeno está asociado principalmente al uso inadecuado y prolongado de antibióticos y antifúngicos, lo que ha favorecido la adaptación de microorganismos patógenos como bacterias Gram positivas, Gram negativas y levaduras oportunistas, dificultando el control de diversas enfermedades infecciosas (10).

Las infecciones causadas por *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Candida albicans* representan un importante problema de salud pública debido a su elevada prevalencia y a la creciente aparición de cepas resistentes a los tratamientos convencionales (11). En bacterias Gram positivas como *S. aureus,* se ha descrito resistencia asociada a modificaciones en las proteínas fijadoras de penicilina y a la producción de enzimas inactivadoras de antibióticos, mientras que en bacterias Gram negativas *como E. coli* destacan mecanismos como la producción de β-lactamasas, la disminución de la permeabilidad de la membrana y la presencia de bombas de eflujo que reducen la eficacia terapéutica (12). Por su parte, *Candida albicans,* como hongo oportunista de importancia clínica, ha desarrollado resistencia a los antifúngicos mediante modificaciones en la síntesis de ergosterol de su membrana celular, la activación de

bombas de eflujo y alteraciones en las enzimas diana, lo que disminuye la eficacia de los tratamientos disponibles (13).

Por todo lo mencionado, se refuerza la necesidad de explorar nuevas alternativas medicinales a partir de recursos naturales como las plantas, que contienen metabolitos secundarios con gran potencial antimicrobiano.

1.1. Antecedentes de la investigación

1.1.1. Antecedentes Internacionales

Baquero F. 2025, Ecuador. (14) Realizó un trabajo de investigación cuyo objetivo fue evaluar la actividad antimicrobiana del extracto metanólico de *Baccharis latifolia* contra *Staphylococcus aureus*, una bacteria causante de mastitis bovina. La planta fue seleccionada en base a las encuestas realizadas por el investigador a productores ganaderos en la provincia de Imbabura, quienes utilizan la planta continuamente en sus labores de campo. Se empleó un diseño al azar para evaluar la actividad antimicrobiana del extracto vegetal a diferentes concentraciones (500, 250, 125, 62.5 y 31.25 mg/mL) sobre *S. aureus*. El extracto se obtuvo mediante maceración con metanol al 99 %. La bacteria se cultivó en placas de 96 pocillos, a donde se añadieron las distintas concentraciones del extracto. Se empleó el fármaco "Shotapen" como control positivo y el alcohol metanol como control negativo. Después de un día de incubación, se midió la inhibición del crecimiento bacteriano mediante espectrofotometría, determinando la densidad óptica en cada pocillo. Para *S. aureus* se obtuvieron absorbancias de 0.22 0.34, 059, 0.61 y 0.70 con las concentraciones de 500, 250 125, 62.5 y 31.25 mg/mL respectivamente. Se realizó el análisis estadístico mediante la prueba de Tukey (5 %) revelando diferencias significativas entre las concentraciones, determinando así que la concentración de 500mg/mL tuvo la mayor actividad antibacteriana, sugiriendo que el extracto de *Baccharis latifolia* posee metabolitos bioactivos con propiedades antimicrobianas contra *S. aureus*.

Escalante E. 2022, México, (15) realizo un trabajo de investigación cuyo objetivo fue evaluar la actividad antimicrobiana de extractos obtenidos a partir de *Baccharis salicifolia* sobre bacterias de importancia clínica como *S. aureus* ATCC 29213, *S. epidermidis* ATCC 12228, *S. saprophyticus* salvaje y *S. aureus* salvaje. Los extractos fueron obtenidos mediante extracción de sustancias asistida por ultrasonido (EAU) a diferentes tiempos y con diferentes disolventes. La evaluación antibacteriana se realizó por el medido de difusión en agar con

posos. EL extracto con mayor actividad antibacteriana fue separado mediante cromatografía en capa fina (CCF) y cromatografía en columna (CC) y para a determinación de la concentración mínima inhibitoria se utilizó microdilución en agar en microplaca. Los grupos funcionales se evaluaron a partir de espectroscopia infrarroja por transformación de Fourier (FT-IR). El resultado de la actividad antimicrobiana se evaluó después de las 24 horas de sembrado y se demostró que el extracto crudo a base de acetona inhibe el crecimiento de las bacterias del género Staphylococcus obteniendo un 85.25 % sobre *S. aureus* ATCC 29213 con respecto a la vancomicina. Asimismo, se reportó la presencia de flavonoides en el extracto de la planta, demostrando así que los extractos de *Baccharis salicifolia* podrían ser una alternativa para el control y la eliminación de patógenos de importancia clínica.

Sandoval M. 2021, Ecuador, (16) realizó un trabajo de investigación cuyo objetivo fue analizar las características fitoquímicas, propiedades farmacológicas, usos y aplicaciones más comunes de la *Baccharis latifolia* en el ecuador. La información fue recopilada de 80 artículos científicos acorde a la temática y que estuvieran disponibles en diferentes bases de datos con fundamentos que aporten al desarrollo de la revisión bibliográfica. Se describieron los grupos funcionales presentes en la planta y se logró identificar mediante tamizaje fitoquímico 28 metabolitos activos, donde destacan los flavonoides, compuestos fenólicos, monoterpenos, triterpenos, taninos y alcaloides, quienes le otorgan a *Baccharis latifolia* propiedades antinflamatorias, antimicrobianas, anticancerígenas y analgésicas. A su vez, también son utilizadas de manera tradicional por la población ecuatoriana y de América latina para le alivio de cólicos, diarrea, golpes, heridas y torceduras.

Guzmán M. 2018, Ecuador. (17) Este trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la actividad antimicrobiana in vitro del extracto etanólico de *Baccharis genistelloides* sobre *Streptococcus mutans* mediante la técnica de difusión de disco en agar Mueller Hinton-Sangre. Se evaluaron tres concentraciones del extracto etanólico al 25%, 50% y 75%; Clorhexidina al 0.12% como control positivo y agua bidestilada estéril como control negativo. Se realizó la lectura de los halos de inhibición a las 18 horas de incubada la muestra. Como resultado se encontró que los extractos etanólicos de *Baccharis genistelloides* presentaron actividad antimicrobiana contra *Streptococcus mutans* (25%, HI promedio= 6.07 mm; 50% HI promedio= 7.15 mm: 75% HI

promedio= 14.69 mm; AD HI promedio= 1.12 mm) de forma proporcional a la concentración del extracto. En relación al control positivo (Clorhexidina), se evidenció que el porcentaje del efecto inhibitorio se estableció en 94.89%. Todos los efectos inhibitorios fueron menores al mostrado por el control positivo. En conclusión, existe un efecto bactericida mostrado por el extracto bruto etanólico de *Baccharis genistelloides* sobre *Streptococcus mutans* que es proporcional a su concentración, pero inferior al antibiótico usado como control positivo.

Rueda Y. 2016, Ecuador, (18) realizaron un trabajo de investigación cuyo objetivo fue establecer la actividad antimicrobiana del extracto de *Baccharis salicifolia* contra *Escherichia coli*. Los métodos utilizados para la obtención de los extractos fue la maceración en etanol y decocción. Para encontrar la actividad antimicrobiana se determinó la fase logarítmica de *Escherichia coli*, la concentración mínima inhibitoria se evaluó mediante lecturas a 600nm. El análisis estadístico "feu" realizado mediante ANOVA. De acuerdo a lo encontrado en este estudio se puede considerar que *Baccharis salicifolia* contiene principios activos que actúan como agentes antimicrobianos contra *Escherichia coli.*

1.1.2. Antecedentes Nacionales

Martínez M, Galarza D. en el 2023, (19) realizaron un proyecto de investigación el cual tubo por objetivo evaluar la actividad antibacteriana del aceite esencial de *Baccharis latifolia* (chilca) sobre *Echerichia coli*. Utilizaron la técnica de Kirby Bauer. El aceite esencial de la planta se extrajo por el método de arrastre de vapor con 8 kg de chilca en estado fresco y la misma cantidad para el estado seco, proveniente del distrito de Huasahuasi, en la región Junín. Se evaluaron las características fisicoquímicas, los compuestos bioactivos y la actividad antimicrobiana. Obtuvieron 23 mL de aceite esencial en seco y 22 mL en fresco. De los resultados, obtuvieron la presencia del D-limonene como compuesto bioactivo de mayor cantidad presente en el acetite esencial de la planta. En la actividad antimicrobiana frente a *E. coli* se obtuvieron halos de inhibición de 15.34 mm con aceite esencial en fresco y 14.93 mm en seco, encontrándose una actividad inhibitoria moderada. Se concluyó que el aceite esencial de la planta tiene efecto antimicrobiano frente a *E. coli.*

Casaverde I. 2020. (20) Su trabajo de investigación tuvo como objetivo estudiar la etnobotánica y fitoquímica de las plantas medicinales utilizadas en

el centro poblado Santa Izabel de Chumbes y comunidad de Ninabamba, Ayacucho. Se aplicó encuestas a 30 pobladores de cada lugar y se recolectó las plantas medicinales para tamizaje fitoquímico. se registró un total de 96 especies de plantas medicinales dentro de las cuales se identificó a *Baccharis tricuneata* como una planta utilizada como cicatrizante natural, antinflamatorio y para combatir infecciones urinarias, utilizando principalmente sus hojas y tallos mediante infusiones y baños de asientos. Asimismo, el autor logró identificar otras plantas del mismo género Baccharis como la especie *Baccharis genistelloides* que mediante tamizaje fitoquímico logró determinar la presencia de fenoles, taninos, cumarinas, glicósidos cardiotónicos, flavonoides, resinas, catequinas, aminoácidos y aminas y azucares reductores.

Diaz M. et al, en el 2019, (21) realizaron un trabajo de investigación cuyo objetivo fue evaluar la actividad antiinflamatoria de *Baccharis tricuneata* sobre ratas albinas. La actividad antinflamatoria se evaluó mediante la elaboración de una crema a partir del extracto de acetato de etilo. El extracto de acetato de etilo fue obtenido a partir el extracto etanólico de *Baccharis tricuneata*. Las ratas alvinas fueron sometidas a un edema auricular inducido por aceite de crotón produciéndoles una inflamación. La actividad antinflamatoria fue evaluada aplicando la crema a diferentes concentraciones en los pabellones auriculares de las ratas alvinas. Se determinó que la *Baccharis tricuneata* si tiene actividad antinflamatoria concluyendo que dicha actividad se debe a la presencia de flavonoides, conocidos por su gran poder de estabilizar membranas y atenuar el efecto de moléculas oxidantes como las formadas en un proceso inflamatorio.

Benito A, De la Cruz F. 2019. (22) La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la actividad antimicrobiana y antioxidante in vitro del extracto hidroalcohólico de *Baccharis latifolia*, obtenidos de la Provincia de Ambo, Región Huánuco. El extracto se obtuvo mediante maceración y posterior liofilización, procediendo luego a realizarle la marcha fitoquímica, encontrándose presencia de fenoles, lactonas, terpenos y flavonoides, naftoquinonas y antraquinonas. La actividad antimicrobiana se determinó utilizando el método de microdilución colorimétrica frente a las cepas *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228, *Escherichia coli* ATCC 8731, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 y *Candida albicans* ATCC 10231; los resultados se evaluaron mediante la determinación de la CMI. El extracto hidroalcohólico de *Baccharis latifolia* tubo una CMI de 62.5 µg/mL tanto contra *Staphylococcus aureus* ATCC 25923

como contra *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228. Por otra parte, se determinó que la *Baccharis latifolia* tiene una gran cantidad de polifenoles totales equivalente a 9,98 mg acido gálico/mg muestra. Los Autores relacionan la actividad antimicrobiana de *Baccharis latifolia* con los terpenos y antraquinonas que posee el extracto hidroalcohólico de la planta.

García M. 2012. (23) El presente trabajo de investigación se realizó para evaluar el efecto cicatrizante del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Baccharis tricuneata* "yana tola". Las reacciones de coloración y precipitación se realizaron siguiendo los procedimientos descritos por Miranda (2000). El modelo experimental usado fue propuesto por Howes y Col. (1929) que se basa en el fundamento "DET" test de cicatrización. Se utilizó 25 ratones albinos machos de 15 a 24 g. de peso, los cuales fueron clasificados en cinco tratamientos: base (blanco), Dennaclin Plus® (estándar), extracto hidroalcohólico de hojas al 0,5%, 1 % y 2% de *Baccharis tricuneata*. Los metabolitos secundarios encontrados en la identificación fueron: compuestos fenólicos (flavonoides, taninos condensados), compuestos triterpénicos y/o esteroides, catequinas, resinas. Se concluyó que el extracto hidroalcohólico de las hojas de *Baccharis tricuneata* "yana tola", posee efecto cicatrizante debido a los metabolitos secundarios encontrados en la planta.

1.2. Justificación e importancia de la investigación

1.2.1. Justificación

La Industria farmacéutica ha venido desarrollando a través de los años una gran variedad de medicamentos para poder combatir a los diferentes microorganismos patógenos que afectan a la salud humana. Sin embargo, uno de los mayores problemas en la actualidad es la resistencia de los microorganismos a los antibióticos convencionales, esto debido a un fenómeno que en los seres vivos se conoce como adaptación. Anteriormente los fármacos convencionales eran suficientes para combatir las diversas enfermedades que sometían a la población humana, ahora, esa realidad ha cambiado. De la misma manera, los microorganismos que se van a estudiar en el presente proyecto de investigación han estado en constante cambio. Con el pasar de los años estos agentes patógenos han adquirido nuevas características genéticas que les ha permitido desarrollar mecanismos de defensa cada vez más eficientes, permitiéndoles ser resistentes a los medicamentos que en décadas atrás eran sensibles. Frente a esta problemática,

la búsqueda constante de nuevos fármacos y nuevas alternativas contra los patógenos resistentes se han convertido en una prioridad mundial.

Desde inicios del siglo XXI la comunidad científica a puesto mayor interés al estudio de las plantas medicinales con principios activos que han mostrado efectos positivos en la medicina alternativa. Estas plantas desde la antigüedad hasta nuestros días han sido constantemente utilizadas por diferentes poblaciones para poder combatir enfermedades y aliviar dolencias empleando diversos métodos naturales como extractos acuosos, emplastos, infusiones y otras técnicas caseras que les han permitido sobrevivir lejos del acceso a los centros médicos, hospitales del ministerio de salud y centros de salud particulares. Estos conocimientos empíricos se han mantenido a través de los años pasando de generación en generación, conocimientos que podrían ser empleados en la medicina moderna para el desarrollo de nuevas alternativas frente a las enfermedades que en la actualidad afectan a nuestra sociedad.

Por lo mencionado en líneas anteriores, el presente proyecto de investigación buscará determinar el screening fitoquímico de *Baccharis tricuneata* y se evaluará la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de la especie vegetal contra *Staphylococcus aureus, Escherichia coli* y *Candida albicans*, causantes de muchas enfermedades infecciosas comunes.

Los resultados obtenidos permitirán obtener una nueva alternativa a base de un producto natural como *Baccharis tricuneata* que podría aliviar y/o curar infecciones causadas por los agentes patógenos estudiados.

1.2.2. Importancia.

El Presente proyecto de investigación tiene una importancia científica y social. La investigación como tal aportará a la comunidad científica información sobre la existencia de una planta silvestre de uso medicinal con posibles propiedades antimicrobianas, que podría ser una alternativa de tratamiento frente a patologías causadas por los patógenos evaluados en el presente estudio. De esta manera, se podrá elaborar productos naturales de uso farmacéutico cuya composición sea a base de los principios activos que posee *Baccharis tricuneata* “tola”, y sobre todo permitirá que la población con bajos recursos económicos puedan acceder a esta alternativa de tratamiento realizando preparados fáciles y accesibles, logrando así una mejor calidad de vida para la población, un mayor cuidado y manejo de la biodiversidad y un aprovechamiento eficiente de la riqueza natural del Perú.

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo General

Determinar los metabolitos secundarios presentes en el extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* "tola" y evaluar la actividad antimicrobiana del extracto frente a *Staphylococcus aureus, Escherichia coli* y *Candida albicans.*

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar los metabolitos secundarios presentes en el extracto etanólico de *Baccharis tricuneata.* obtenidos mediante screening fitoquímico.
- Determinar la presencia de halos de inhibición de crecimiento en la actividad de las diferentes concentraciones del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* frente a los microrganismos en estudio, mediante el método de difusión por excavación en agar.
- Establecer el porcentaje de inhibición relativa (PIR) de las diferentes concentraciones del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* frente a los microorganismos en estudio, comparando el mayor halo de inhibición del extracto con el halo de inhibición del antibiótico control.
- Determinar que microorganismo es más sensible a las diferentes concentraciones del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata,* mediante la medición de los halos de inhibición de crecimiento del extracto frente a los microorganismos en estudio.
- Determinar que concentración del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* tiene mayor actividad antimicrobiana frente a los microorganismos en estudio y si hay diferencia significativa entre las concentraciones, identificando el mayor halo de inhibición del extracto y analizando los datos mediante pruebas estadísticas de significancia.
- Determinar la concentración mínima inhibitoria y la concentración mínima bactericida del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* frente a los microorganismos en estudio mediante el método de dilución.

1.4. Marco teórico

1.4.1. Características morfológicas de *Baccharis tricuneata (L.f.) Pers.* "tola"

Arbusto de hasta 1,2 m de altura, muy ramificado y lignificado desde la base, apretado de follaje en las partes terminales y distinguibles por sus hojas pequeñas,

coriáceas y muchas de borde entero. Las flores se reúnen en cabezuelas o capítulos, blanquecinas, pequeñas, axiales o terminales de 0,5 a 1 cm. de longitud, solitarios o en grupos de dos a más, multibracteadas, con péndulos cortos, de dos a tres mm de longitud de color blanquecino. Flores: la especie es dioica. Flores masculinas de unos 0, 7 mm de longitud, el papus y la corola pilosos, ésta con cinco dientes en la parte terminal. Los estambres son cinco, con anteras muy alargadas y amarrillas cuando frescas. En las flores masculinas el gineceo es reducido (infértil) y el estigma brevemente excerto. Flores femeninas algo más grandes que las masculinas, con el papus glabro, la corola filiforme, raramente pilosa en la parte distal, conteniendo en su interior el gineceo que es excerto (24). (ver Anexo 1, figura 3)

1.4.2. Clasificación taxonómica

La muestra botánica, correspondiente a la planta completa, fue identificada y categorizada por Alfonso orellana García siguiendo el sistema de clasificación propuesto por el Sistema de Clasificación APG III (2009) y AGP IV (2016). De acuerdo con dicho sistema, la especie objeto de estudio se encuentra taxonómicamente ubicada de la siguiente manera:

Clase: Equisetopsida C. Agardh

Subclase: Magnoliidae Nuevo ex Takht.

Superorden: Asteranae Takht.

Orden: Asterales Link

Familia: Asteraceae Bercht. & J. Presl

Género: Baccharis L.

Especie: *Baccharis tricuneata* (L.f.) Pers.

Publicado en: Syn. Pl. 2(2): 424, n. 25. 1807.

urn:lsid:ipni.org:names:183814-1

Nombre vulgar: tola y chilca.

1.4.2.1. Hábitat

Es una planta que crece en zonas aldinas entre los 3000 y 4500 msnm. En la parte central y sur del país. Se puede encontrar en zonas arcillosas y pedregosas en ciudades como tarma, cuzco, Huancavelica y Ayacucho. A nivel de Sudamérica

crece también en los países de Bolivia, Colombia, ecuador, Venezuela y Perú (25). (Ver Anexo 1, Figura 4)



Figura 1. *Baccharis tricuneata* (L.f.) Pers.en su hábitat natural

1.4.2.2. Usos tradicionales

Según investigaciones revisadas sobre esta planta, es utilizada por poseer una actividad antioxidante, antinflamatorio, protector gastico y hepático, antimicrobiano, antifúngico, antiparasitario(antihelmíntico), también es utilizada como en plastos para el tratamiento en infección de la piel inflamación, diabetes y ayuda en la disminución de peso (25).

1.4.2.3. Evaluación fitoquímica

El tamizaje fitoquímico permite determinar cualitativamente los principales grupos de metabolitos presentes en una planta y a partir de allí, orientar la extracción o fraccionamiento de los extractos para el aislamiento de grupos de mayor interés. El tamizaje fitoquímico consiste en la obtención de extractos de plantas con solventes apropiados, tales como agua, acetona, alcohol, cloroformo y éter (26).

1.4.3. Microorganismos patógenos

1.4.3.1. *Escherichia coli*

- ✓ **Generalidades**

Las bacterias gram negativas poseen una pared celular constituida por una capa delgada de peptidoglicano y una membrana externa compuesta de lipopolisacáridos (LPS). Esta estructura proporciona al microorganismo mayor resistencia a ciertos antibióticos y agentes antimicrobianos en comparación con las bacterias gram positivas. Entre las características más resaltantes de las bacterias gram negativas se encuentra la presencia de una membrana externa que la protege de sustancias tóxicas y les brinda mayor resistencia a los antibióticos y, además, produce endotoxinas que pueden provocar reacciones inflamatorias graves en humanos (27).

La *Escherichia coli* es una bacteria que forma parte de la flora intestinal humana y de animales de sangre caliente. Aunque la mayoría de las cepas son inofensivas, algunas como las productoras de toxinas, pueden generar enfermedades graves asociadas al consumo de alimentos contaminados.

La transmisión a los seres humanos ocurre principalmente a través de alimentos como carne molida cruda o insuficientemente cocida, leche cruda, y vegetales crudos contaminados (28).

Los patotipos o variantes patogénicas más estudiados incluyen *E. coli enteropatogénica (*EPEC*), E. coli* enterotoxigénica *(*ETEC*), E. coli enteroagregativa (*EAEC*), E. coli* productora de toxina Shiga *(*STEC*) y E. coli enteroinvasiva* (EIEC) (29).

- ✓ **Características**

E. coli tiene un tamaño aproximado de 1.1 a 1.5 µm de diámetro por 2 a 6 µm de longitud. La mayoría de las cepas presentan movilidad mediante flagelos peritricos y son anaerobia facultativas. Sin embargo, también existen cepas inmóviles como, por ejemplo, las *E. coli* enterohemorrágica (EHEC) del serogrupo O157:H7. Aunque en la mayoría de los casos *E. coli* habita como un microorganismo comensal en el tracto gastrointestinal, algunas cepas patógenas pueden causar diversas enfermedades.

E. coli emplea fimbrias, de las que se han descrito más de 30 tipos, presentes tanto en cepas patógenas como comensales, y frecuentemente ambas son

capaces de expresar en su superficie varios tipos al mismo tiempo. Estas fimbrias (también llamadas pili) son estructuras cruciales para su patogenicidad, cuya función principal es la adherencia. En general *E. coli* es una bacteria resistente a condiciones ambientales adversas y puede crecer en un rango variado de temperaturas (15-45ºC), siendo 37º C su temperatura optima de crecimiento junto a un pH que varía entre 5-9.

La *E. coli* comensal es utilizada como indicador de contaminación fecal en diversas matrices biológicas y ambientales, y es uno de los microorganismos modelo por excelencia en experimentos de biología molecular tales como clonación y expresión de proteínas. (30)

- ✓ **Patogenia**

Los patotipos de *E. coli* relacionados con el tracto intestinal difieren significativamente en su fisiopatogenia, en sus factores de virulencia y en la forma en que se desarrolla y se propaga la infección.

En el caso de *E. coli enteropatógena* (EPEC), su unión estrecha a los enterocitos provoca una lesión característica que reduce la superficie de absorción del intestino y contribuye al desarrollo de diarrea.

Por su parte, *E. coli enterotoxigénica* (ETEC) inicia con la adhesión a los enterocitos mediante factores de colonización, seguida por la producción de enterotoxinas que provocan diarrea secretora.

E. coli enteroagregativa (EAEC), se caracteriza por la diversidad de sus factores de virulencia y su capacidad de formar microcolonias que persisten en el intestino, causando episodios de diarrea aguda y persistente. Por otro lado, el principal factor de virulencia de *E. coli* productora de toxina Shiga (STEC) es dicha toxina, que actúa inhibiendo la síntesis de proteínas celulares, el cual provoca la destrucción de la mucosa del colon y conlleva a la diarrea, colitis hemorrágica y síndrome urémico hemolítico. Finalmente, E. coli enteroinvasiva (EIEC) tiene un mecanismo de patogenia basado en la invasión de la mucosa intestinal, ingresando a través de las células M de la mucosa del colon, invadiendo los enterocitos y replicándose dentro del citoplasma, generando episodios de diarrea disentérica. (31)

1.4.3.2. *Staphylococcus aureus*

- ✓ **Generalidades**

Las bacterias grampositivas son microorganismos que se caracterizan por presentar una pared celular gruesa compuesta de peptidoglicano, la cual retiene el colorante cristal violeta durante la tinción de Gram. También presentan ácidos teicoicos y lipoteicoicos, que desempeñan un papel clave en la estabilidad estructural y en la capacidad de adherirse a las superficies. A diferencia de las bacterias gramnegativas, carecen de una membrana externa. Dentro de este grupo se encuentran tanto microorganismos benéficos como patógenos responsables de diversas infecciones en humanos (32).

S. aureus es una bacteria grampositiva capaz de provocar enfermedades mediante la producción de toxinas o superantígenos. Tiene la capacidad de invadir diversos órganos y tejidos, provocando procesos como supuración, necrosis tisular, trombosis vascular y bacteriemia. Es uno de los microorganismos con mayor capacidad de proliferación a través de la sangre. Además, puede proliferar dentro del citoplasma celular, formar biopelículas y dar lugar a bacteriemia persistente o infecciones crónicas. En algunos casos, puede permanecer en estado latente y reactivarse después de meses o incluso años. S. *aureus* coloniza ciertas zonas de la piel y mucosas, desde donde puede causar reinfecciones, contaminar el entorno y propagarse a otros individuos (33).

S. aureus forma parte de la flora normal del hombre, entre 25 y 50% de la población sana está colonizada por esta bacteria, constituyendo un riesgo por su diseminación pudiendo ser adquirido a través del contacto con otras personas o por exposición al ambiente (34).

- ✓ **Características**

El género Staphylococcus está compuesto por cocos gram positivos con un tamaño que varía entre 0.5 y 1.5 μm de diámetro. Estas bacterias pueden encontrarse de manera individual, en pares, formando tétradas, en cadenas cortas o en agrupaciones similares a racimos de uvas. Son microorganismos inmóviles, no esporulados y, en general, carecen de cápsula, aunque algunas cepas pueden desarrollar una cápsula de limo. Además, son anaerobios facultativos. Una de sus principales características es la producción de catalasa, una enzima que descompone el peróxido de hidrógeno en agua y

oxígeno libre. Esta propiedad se emplea como criterio diferencial para distinguir *Staphylococcus* de los géneros *Streptococcus* y *Enterococcus*, los cuales son catalasa negativos (33) (34).

La principal característica de *S. aureus* es su capacidad para producir diversas toxinas que atacan las células sanguíneas humanas. Además, en su superficie posee proteínas que bloquean la fagocitosis y la opsonización mediada por el sistema del complemento del huésped, evadiendo así a las células del sistema inmune innato. De esta manera, la bacteria logra sobrevivir en el organismo (34).

- ✓ **Patogenicidad**

La patogenicidad de las infecciones causadas por *Staphylococcus aureus* está vinculada a varios componentes de su superficie, entre los que se incluyen el peptidoglicano, los ácidos teicoicos y la proteína A. La enfermedad provocada por este microorganismo se desencadena cuando los factores de virulencia se relacionan con una disminución de las defensas del huésped, el cual genera la activación de las características virulentas de la bacteria y genere daño. Esta situación se ve agravada por el desarrollo de resistencia múltiple de la bacteria a los antibióticos, lo que dificulta cada vez más el tratamiento y la curación de las infecciones que provoca (33).

La capacidad de supervivencia e invasión de *S. aureus* está relacionada con un sistema de comunicación entre células, conocido como quorum sensing (QS). Este proceso, es regulado por pequeñas proteínas llamadas autoinductoras que permiten a las bacterias activar una variedad de genes que están vinculados a factores de virulencia, adaptándose así a las condiciones del entorno (34).

1.4.3.3. *Candida albicans*

- ✓ **Generalidades**

Candida albicans es un hongo levaduriforme oportunista que forma parte de la microbiota normal del ser humano, colonizando principalmente la cavidad oral, el tracto gastrointestinal y la mucosa genitourinaria. En individuos sanos, su presencia suele mantenerse en equilibrio gracias a la competencia microbiana y a los mecanismos de defensa del huésped. Sin embargo, cuando este equilibrio se altera ya sea por el uso de antibióticos de amplio espectro,

cambios hormonales o estados de inmunosupresión, este microorganismo puede proliferar y convertirse en patógeno (35).

Además, *Candida albicans* es considerada una de las especies más importantes del género Candida debido a su alta frecuencia en infecciones humanas, tanto superficiales (como candidiasis oral y vaginal) como sistémicas (candidemia). Su relevancia clínica radica en su capacidad de adaptarse a diferentes nichos del organismo y en su asociación con infecciones nosocomiales, especialmente en pacientes hospitalizados (35).

- ✓ **Características**

Desde el punto de vista microbiológico, *Candida albicans* es un hongo eucariota dimórfico que puede presentarse en diferentes formas morfológicas, incluyendo levaduras, pseudohifas e hifas verdaderas. Las células levaduriformes son ovaladas y se reproducen por gemación, mientras que las formas filamentosas se desarrollan por elongación celular, lo que le permite invadir tejidos y adaptarse a distintas condiciones ambientales (36).

Una característica importante es su capacidad de cambiar entre estas formas (transición morfológica), lo cual está estrechamente relacionado con su virulencia. En términos de laboratorio, suele observarse como gram positivo y puede cultivarse en medios específicos como agar Sabouraud. Asimismo, presenta estructuras como clamidosporas en condiciones particulares, lo que contribuye a su identificación.

Esta plasticidad morfológica le permite responder a cambios de pH, temperatura y disponibilidad de nutrientes, facilitando su supervivencia tanto en ambientes externos como dentro del huésped.

- ✓ **Patogenia**

La patogenicidad de *Candida albicans* se basa en una serie de factores de virulencia que le permiten colonizar, invadir y dañar los tejidos del huésped. Uno de los principales mecanismos es su capacidad de adherencia a células epiteliales y superficies inertes, lo cual constituye el primer paso en el proceso infeccioso. A esto se suma su capacidad de formar biopelículas, especialmente en dispositivos médicos, lo que aumenta su resistencia a antifúngicos y dificulta su erradicación (37).

Otro factor clave es el dimorfismo, ya que la transición de levadura a forma filamentosa facilita la invasión tisular y la evasión de la respuesta inmune.

Además, produce enzimas hidrolíticas como proteasas, fosfolipasas y lipasas, las cuales contribuyen a la degradación de tejidos y a la diseminación de la infección (37).

También posee mecanismos para evadir el sistema inmunológico, como la variación antigénica y la modulación de la respuesta inflamatoria. Estos factores, en conjunto, explican por qué *Candida albicans* puede causar desde infecciones superficiales hasta cuadros sistémicos graves, especialmente en pacientes inmunocomprometidos o en entornos hospitalarios.

II. ESTRATEGIA METODOLOGICA

2.1. Población de estudio

2.1.1. Población vegetal

Baccharis tricuneata "tola"

2.1.2. Microorganismos

Los microorganismos fueron proporcionados por el laboratorio Clínico y ambiental BioSlab:

- *Staphylococcus aureus* ATCC 25923
- *Escherichia coli* ATCC 25922
- *Candida albicans* (clínica)

2.2. Técnicas y procedimientos de recolección de datos

2.2.1. Recolección y tratamiento de la muestra vegetal

a) Recolección de la muestra vegetal

La recolección de hojas de *Baccharis tricuneata* fue realizada por el autor durante el mes de julio en el distrito de Córdoba, provincia de Huaytará que se encuentra ubicado a más de 3000 m.s.n.m. (38) (Ver Anexo 1, Figura 4), en horas de la mañana, se llenó una ficha de recolección de datos antes de sacar la planta de su ambiente natural (39) (Ver Anexo 1, Figura 5). Luego, se colectó la planta utilizando herramientas como: piqueta de albañil, tijera de podar y navaja.

Para la identificación taxonómica se colectó un ejemplar que contenía flores que permitió su correcta identificación taxonómica por el Biólogo Alfonso Orellana (Ver Anexo 2, Figura 6).

Después de la colecta, los ejemplares fueron transportados en bolsas de papel Kraft al Laboratorio de Química Farmacéutica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga.

b) Tratamiento de la muestra vegetal (Ver Anexo 3, Figura 7)

Selección: una vez la muestra vegetal fue puesta en el laboratorio se procedió a separar las impurezas de la muestra como tallos, hojas marchitas, hojas con signos evidentes de afecciones (cambios de color, puntos negros, etc.) e insectos.

Limpieza: se lavó las hojas bajo un chorro de agua fría para remover tierra, insectos y polvo superficial. Luego, se sumergió las hojas en una solución desinfectante durante 10 minutos. Finalmente, se procedió a quitar el exceso de agua y secar las hojas utilizando papel absorbente.

Secado: se realizó el secado de la muestra vegetal a temperatura ambiente por 8 días en un lugar seco bajo cubierta y se trituró manualmente.

2.2.2. Obtención del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* "tola"

El extracto etanólico fue preparado por el método de maceración en una proporción del 10 %. Se peso 155 g de la muestra seca y molida de hojas se colocó en un frasco color ámbar y se adicionó 1.5 litros de alcohol etílico de 96º como solvente, el macerado fue dejado por espacio de 20 días con agitaciones diarias (40). Al cabo de este tiempo se filtró y el solvente fue eliminado utilizando un rotavapor BUCHI 100 (Ver Anexo 3, Figura 8).

2.2.3. Identificación de los metabolitos secundarios del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* "tola".

Para ello, se realizó el screening fitoquímico empleando reacciones de coloración y/o precipitación (41) (Ver Anexo 3, Figura 9, 10 y 11).

A. Determinación de alcaloides

Para determinar la presencia de alcaloides, se utilizaron tres reactivos diferentes: Dragendorff, Mayer y Wagner.

- **Dragendorff**

  A 1 mL. de extracto se le añadió 1mL de ácido clorhídrico (HCl) al 1 % y tres gotas de reactivo Dragendorff. La reacción es positiva si se observa un precipitado de color anaranjado.

- **Mayer**

  A 1 mL de extracto se le añadió 1 mL de HCl al 1 % y 3 gotas del reactivo Mayer. La reacción es positiva si se observa un precipitado de color blanco.

- **Wagner**

  A 1mL de extracto se le añadió 1 mL de HCl al 1 % y 3 gotas del reactivo Wagner. La reacción es positiva si se observa un precipitado de color marrón.

B. Determinación de saponinas

Para esta identificación se empleó la Prueba de Espuma. A 1 mL de extracto se le añadió 2 mL de agua destilada, se agitó vigorosamente por 1 minuto y se dejó en reposo durante 15 minutos, si persiste la espuma la prueba es positiva.

C. Determinación de flavonoides

Para la identificación de flavonoides se empleó la reacción de Shinoda. A 1 mL de extracto se le añadió 1 mL de HCl químicamente puro (Q.P) y 3 limaduras de magnesio. La reacción es positiva si después de 15 minutos se observa un color rojo o anaranjado.

D. Determinación de compuestos fenólicos

Para identificar a los compuestos fenólicos se empleó la prueba de Cloruro Férrico. A 1 mL de extracto se le agregó 3 gotas de cloruro férrico ($FeCl_3$) al 5 %. La reacción es positiva si se observa una coloración azul o verde oscuro.

E. Determinación de taninos

Para la identificación de taninos se empleó la reacción de la Gelatina. A 1 mL de extracto se le añadió 1 mL de gelatina al 1 %. La reacción es positiva si se observa turbidez u opalescencia.

F. Determinación de aminoácidos

Para la identificación de aminoácidos se empleó la reacción de ninhidrina. La reacción es positiva si se observa una coloración rosada.

G. Determinación de triterpenoides/esteroides

Para la identificación de triterpenoides/esteroides se empleó la reacción e Lieberman Burchard. La reacción es positiva si se observa una coloración verde a azul verdoso.

H. Determinación de Antraquinonas

Para la identificación de antraquinonas se empleó la reacción de Borntrager. A 1 mL del extracto se añadió unas gotas de hidróxidos de sodio al 5 %. La reacción es positiva si se observa una coloración rojo cereza.

I. Determinación de cardenólidos

Para la identificación de carenólidos se empleó la reacción de Kedde. La solución A estuvo constituida por acido 3,5-dinitrobenzoico 2 % en metanol. La solución B estuvo constituido por hidróxido de potasio 5.7 % en agua. Se

mezclo solución A y B en volúmenes iguales, esto constituyo el reactivo. Se colocó en un tubo de ensayo 1 mL del extracto al cual se le agregó 2 gotas del reactivo. Si la reacción es positiva se forma un color purpura o violáceo.

J. Determinación de leucoantocianidinas y catequinas

Para la identificación de leucoantocianidinas y catequinas se empleó la reacción de Rosenheim. A 0.2 ml del extracto etanólico previamente procesado se agregó 0.1 ml de HCI concentrado, se calentó durante 10 minutos a 100°C. Se dejó enfriar, luego se adicionó 2 mL de agua y 0.4 mL de alcohol amílico, se agitó y se observó el color en la fase amílica.

La reacción se considera positiva si aparece un color que va desde el rosado débil hasta carmesí oscuro.

Si es rojo indica presencia de antocianidinas. Si es marrón indica presencia de catequinas.

2.3. Evaluación de la actividad antimicrobiana

2.3.1. Preparación del inoculo

En primer lugar, se activaron los microorganismos tomando una asada del cepario y sembrando en tubos con caldo nutritivo, incubando a 37º C por 24 horas (Ver Anexo 4, Figura 12). A partir de los tubos con crecimiento se tomó asadas y se inocularon en agua estéril, ajustando el inóculo a una turbidez equivalente a 0.5 de la escala de McFarland (42).

EL patrón 0.5 de McFarland tiene una aplicación especial en la preparación de inóculos bacterianos para la realización de pruebas de sensibilidad antimicrobianas. Es una solución química de cloruro de bario y ácido sulfúrico que se utiliza para estandarizar el número aproximado de bacterias en una suspensión liquida comparando la turbidez de la suspensión de prueba con dicho estándar. El patrón 0.5 de McFarland corresponde aproximadamente a una suspensión homogénea de *E. coli* de 1.5 $x10^8$ células por mL (43).

2.3.2. Determinación de los halos de inhibición de crecimiento microbiano

Se empleó el Método de Difusión por excavación en agar (Ver Anexo 4, Figura 13 y 14). Se basa en la inhibición del crecimiento de microorganismos por la difusión del extracto colocado en un pozo en el medio, lo que se evidencia con la formación de halos de inhibición[20]. En primer lugar, se realizó la dilución de las cepas

microbianas con agua estéril empleando la escala McFarland 0.5, cuya utilidad es poder realizar suspensiones bacterianas ajustadas a un patrón.

Las placas con Müeller-Hinton (MH) fueron rotuladas con los códigos correspondientes a cada especie de microorganismos, posteriormente se realizó una siembra en tres direcciones en toda la superficie del medio MH utilizando una torunda estéril para cada cepa, luego se hizo seis perforaciones al medio con ayuda de sacabocados estériles de 8 mm. de diámetro. Para formar los pozos, se retiró el medio sobrante de la perforación con ayuda de un asa bacteriológica en punta, y se selló el fondo de éstos agregando 10 microlitros (µL) del mismo medio, empleando una micropipeta (44).

Se utilizó como control positivo cloranfenicol para las bacterias y clotrimazol para el hongo con concentraciones conocidas, y como control negativo alcohol de 96°. El cloranfenicol es un antibiótico bacteriostático del grupo de los anfenicoles que interfiere con la síntesis proteica bacteriana. Posee un amplio espectro frente a bacterias grampositivas y gramnegativas haciéndola idónea para su uso en este tipo de investigaciones (45). El clotrimazol es un antimicótico de la clase del imidazol, ejerce su acción dañando la barrera de permeabilidad en la membrana citoplasmática del hongo, inhibiendo la síntesis de ergosterol provocando así que la célula fúngica ya no pueda construir una membrana celular intacta y funcional (46).

Se evaluó el extracto de la planta a cuatro concentraciones: 800 mg mL^{-1}, 600 mg mL^{-1}, 400 mg mL^{-1} y 200 mg mL^{-1}. Se agregó 100 µL de extracto en los pozos empleando una micropipeta. Las pruebas fueron realizadas por triplicado (Ver Anexo 4, tabla 7). Las placas con las cepas se incubaron por 24 horas a 37 °C. La actividad antimicrobiana fue medida por el diámetro en milímetros (mm) de los halos de inhibición de crecimiento.

Posteriormente, se determinó la diferencia significativa de los diámetros de halos de inhibición de las diferentes concentraciones del extracto etanólico de la tola aplicando el estadístico de prueba Kruskal-Wallis en el programa SPSS v31 (Ver Anexo 4, figura 15, 16 y tabla 8).

Los halos de inhibición de crecimiento de los microorganismos fueron comparados con el control positivo para determinar el porcentaje de inhibición relativa (PIR). El PIR tiene por finalidad comparar la actividad antimicrobiana de los extractos frente al control positivo (47). La fórmula a emplear es:

$$\mathbf{PIR} = \frac{\mathbf{A}}{\mathbf{B}} \mathbf{X\ 100}$$

Donde:

A: Diámetro del halo de inhibición del extracto.

B: Diámetro del halo de inhibición del control positivo.

Una acción antimicrobiana se considera alta cuando su porcentaje de inhibición relativo es mayor al 70 %, intermedia entre el 50 – 70 % y baja cuando es < 50%.

2.3.3. Determinación de la concentración mínima inhibitoria (MCI) y la concentración mínima bactericida (MCB)

Para ello, se empleó el método de dilución. Este método es apropiado para la determinación cuantitativa de la actividad antimicrobiana (Klancnik, Piskemik, Jersek y Mozina, 2010), determina la concentración mínima inhibitoria (MIC) que se define como la menor concentración capaz de inhibir al microrganismo y por lo tanto no hay crecimiento visible (Ver Anexo 4, Figura 17 y 18). Este método permite también determinar la concentración mínima bactericida (MCB) y la concentración mínima bacteriostática (MCB) (47).

Se utilizó diez tubos estériles de vidrio, los cuales fueron enumerados del 1 al 10, se agregó 0,5 mL de caldo nutritivo desde el tubo 2 al tubo 10, luego se agregó 0,5 mL del extracto con la concentración de 800 mg mL^{-1} al tubo 1 y 2, y del tubo 2 se procedió a realizar la dilución hasta el tubo 9. Finalmente se añadió 0,5 mL del microorganismo a todos los tubos. Los tubos se incubaron por 24 horas a 37 °C y se observó el crecimiento por la turbidez del medio. Posteriormente en una placa con el medio MH que previamente se enumeró y dividió equitativamente en 10 partes, se realizó una siembra por estría con el asa bacteriológica en anillo tomando una asada de cada tubo de dilución y colocándola en el sector con el número correspondiente de la placa. Este procedimiento se hizo de igual manera para todos los microorganismos excepto *Staphylococcus aureus*, ya que al presentar una mayor actividad antimicrobiana fue necesario realizar cuatro diluciones más.

Se incubaron las placas por 24 horas a 37 °C, y se realizó las lecturas de acuerdo con la presencia o ausencia del crecimiento de los microorganismos.

2.3.4. Evaluación de la capacidad bactericida y bacteriostática

Se realizó teniendo en cuenta la relación MCB/MCI (Ver Anexo 4, Figura 19 y 20). Si dicha relación es igual a 1 o 2, el efecto se considera como bactericida. Y si la relación es igual a valores entre 4 y 16, el efecto se considera bacteriostático (48).

III. RESULTADOS

Tabla 1: Identificación fitoquímica del extracto etanólico de las hojas *de Baccharis tricuneata* "tola" (Ver Anexo 3, Figura 11).

FRACCION	METABOLITO	REACCION	RESULTADOS
A	Flavonoides	Shinoda	Positivo
	Taninos	Gelatina - sal	Positivo
	Aminoácidos	Ninhidrina	Positivo
	Compuestos fenólicos	Cloruro férrico	Positivo
	Saponinas	Prueba de espuma	Positivo
B	Triterpenoides	Liebermann-Burchard	Positivo
	Antraquinonas	Bornträger	Positivo
C	Alcaloides	Dragendorff	Negativo
		Mayer	Negativo
		Wagner	Negativo
	Cardenolidos	Kedde	Negativo
D	Leucoantocianidinas	Rosenthaler	Negativo
	catequinas	Bate-Smith	Positivo

Tabla 2: Promedio del diámetro (mm) de los halos de inhibición de crecimiento de las diferentes cconcentraciones del extracto de *Baccharis tricuneata* "tola" frente a *Staphylococcus aureus, Escherichia coli* y *Candida albicans*, utilizando como controles positivos cloranfenicol y clotrimazol y como control negativo alcohol de 96°.

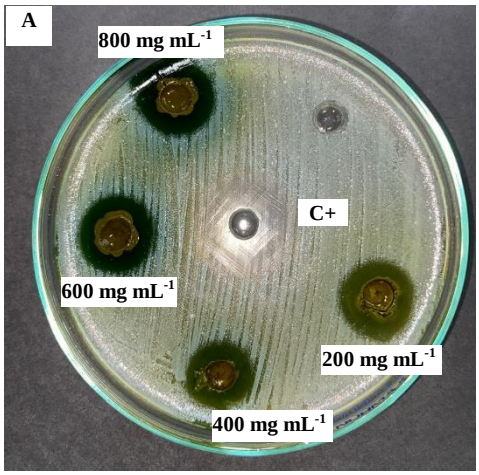
Microorganismos	Diámetro de los halos de inhibición (mm)						
	Controles			Concentraciones (mg/mL)			
	Clor (*)	Clot (**)	Alc (***)	800	600	400	200
Staphylococcus aureus ATCC 25923	23.8	-	8.3	19.6	16.6	14.8	14.2
Escherichia coli ATCC 25922	29.8	-	8	12.5	11	10.3	9.6
Candida albicans (clínica)	-	29	11	20.8	19.2	19	19

(*) Cloranfenicol 1mg/mL

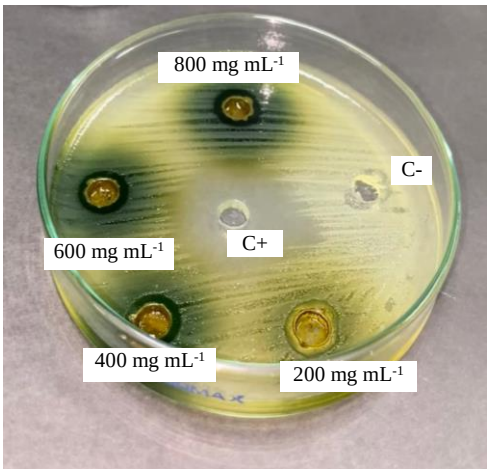
(**) Clotrimazol 1mg/mL

(***) Alcohol de 96°

Staphylococcus aureus ATCC 25923



Escherichia coli ATCC 25922



Candida albicans (clínica)

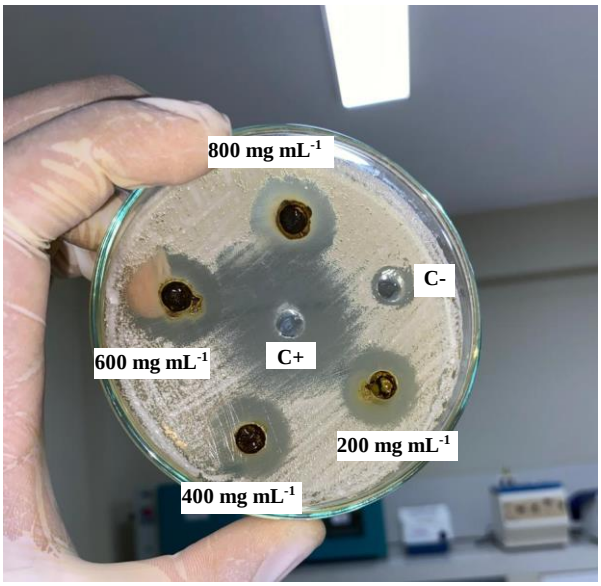


Figura 2: Halos de inhibición de las diferentes concentraciones del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* "tola". (A) *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, (B) *Escherichia coli* ATCC 25922, (C) *Cándida albicans* (clínica), utilizando como control positivo cloranfenicol para las bacterias y clotrimazol para el hongo, y como control negativo alcohol al 96°.

Tabla 3: Diferencia significativa del diámetro (mm) de los halos de inhibición de las diferentes concentraciones del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* "tola" frente a *Staphylococcus aureus, Escherichia coli* y *Candida albicans*.

Estadísticos de prueba[a,b]

	Halos de Inhibición
H de Kruskal-Wallis	4.604
Gl	3
Sig. asin.	.203

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Concentración

H_o: Los diámetros de halos de inhibición (mm) de las diferentes concentraciones del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* "tola" no presentan diferencia significativa.

H_1: Los diámetros de halos de inhibición (mm) de las diferentes concentraciones del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* "tola" presentan diferencia significativa.

Nivel de significancia: 0.05

Tabla 4: Porcentaje de inhibición relativa (PIR) del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* "tola" a 800 mg/mL de concentración frente *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Candida albicans*, utilizando como controles positivos el cloranfenicol y clotrimazol.

Microorganismos	PIR (Cloranfenicol)	PIR (Clotrimazol)
	800 mg mL^{-1}	800 mg mL^{-1}
Staphylococcus aureus ATCC 25923	82 %	-
Escherichia coli ATCC 25922	42 %	-
Candida albicans (clínica)	-	66 %

>70 %: acción antimicrobiana alta.

50-70%: acción antimicrobiana intermedia.

<50%: acción antimicrobiana baja.

Tabla 5: Concentración mínima inhibitoria (MCI) y concentración mínima Bactericida (MCB) del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* "tola" a partir de una concentración de 800 mg/mL frente a *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Cándida albicans*.

Microorganismo	MCI (mg/mL)	MCB (mg/mL)
Staphylococcus aureus ATCC 25923	1.56	3.125
Escherichia coli ATCC 25922	12.5	12.5
Candida albicans (clínica)	12.5	12.5

Tabla 6: Efecto antimicrobiano del extracto etanólico de las hojas de *Baccharis tricuneata* "tola" frente a *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Candida albicans*.

Microorganismos	MCB/MCI
Staphylococcus aureus ATCC 25923	2
Escherichia coli ATCC 25922	1
Candida albicans (clínica)	1

MCB/MCI = 1 o 2; bactericida.

MCB/MCI = 4 a 16; bacteriostático.

IV. DISCUSIÓN

Al identificar los metabolitos secundarios mediante el screening fitoquímico del extracto etanólico de las hojas de *Baccharis tricuneata* "tola" se determinó la presencia de flavonoides, taninos, aminoácidos, compuestos fenólicos, saponinas, triterpenoides, antraquinonas y catequinas (tabla 1). Los compuestos hallados en el extracto de *Baccharis tricuneata* "tola" poseen los metabolitos activos que forman parte fundamental de las propiedades biológicas utilizadas en el sector agropecuario y farmacéutico (49). En el caso de los flavonoides, estos metabolitos son uno de los más importante y ampliamente distribuidos en las plantas, teniendo muchos de ellos deferentes grados de actividad inhibitoria contra una amplia gama de macroorganismos patógenos. Los flavonoides presentan varios mecanismos de acción donde resalta su capacidad para inhibir la biosíntesis de ADN, proteínas y envoltura celular bacteriana (50). Otros metabolitos como los triterpenoides han sido reportados con capacidad antimicrobiana, antitumoral, antioxidante, entre otros (22).

Cabe resaltar que es la primera vez que se determina el screening fitoquímico del extracto etanólico de las hojas de *Baccharis tricuneata* "tola", así mismo, hay estudios sobre otras especies del mismo género como Baccharis latifolia, donde se reportó también la presencia de flavonoides, compuestos fenólicos, monoterpenos, triterpenos, taninos y alcaloides (16).

Al evaluar la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de las hojas de la tola, las concentraciones de 800, 600, 400, 200 mg/mL tuvieron actividad antimicrobiana con todos los microorganismos evaluados en la investigación. Cabe señalar, que el extracto etanólico de la tola presento mayor actividad antimicrobiana frente a *Candida albicans* (clínica), mientras que *Escherichia coli* ATCC 25922 demostró la mayor resistencia frente al extracto. Estos resultados son similares a los hallados por Baquero, quien en su investigación reporto la actividad antimicrobiana del extracto de *Baccharis latifolia* contra *Staphylococcus aureus* a una concentración de 500 mg/mL de su extracto (14). Asimismo, también se ha reportado la actividad antimicrobiana de *Baccharis salicifolia* sobre *Staphylococcus aureus*, resaltando el gran potencial que tiene el extracto de *Baccharis* frente a los gran positivos (15) (figura 2).

Con respecto al promedio del diámetro de los halos de inhibición empleando las diferentes concentraciones del extracto etanólico de la tola, en la tabla 2 se observa que para *Escherichia coli* ATCC 25922 osciló entre 9.6 – 12.5 mm, *Staphylococcus aureus* ATCC 25993 entre 14.2 – 19.6 mm y Candida albicans (clínica) entre 19 – 20.8 mm, atribuyendo dicha actividad antimicrobiana a los metabolitos secundarios encontrados en el extracto etanólico de la tola, quienes son los que posiblemente actúan sobre los microorganismos

patógenos a nivel de la membrana plasmática, pared celular inhibiendo la síntesis proteica de estos macroorganismos.

Otras investigaciones sobre plantas del mismo género han reportado actividad antimicrobiana de especies como *Baccharis genistelloides* sobre *Streptococcus mutans* (17). De igual manera, se ha demostrado que *Baccharis salicifolia* presenta actividad antimicrobiana contra *Escherichia coli* donde se relaciona dicha actividad a los principios activos que posee (18).

Asimismo, se observa que los microoganismos evaluados mostraron diferente sensibilidad frente al extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* "tola", debido a que la sensibilidad de una bacteria no es la misma para los demás miembros de una población puesto que dicha sensibilidad es adquirida mediante la creación de mecanismos de resistencia y transmisión de material genético (51). De este modo se observó que el extracto tiene una mayor afinidad con bacterias Gram positivas y hongos como *Candida albicans* y muestra poca afinidad sobre bacterias Gram negativas. Estos resultados abren el camino para el inicio de nuevas investigaciones enfocadas en el estudio de la actividad antimicrobiana de *Baccharis tricuneata* frente a microorganismos Gram positivos y otros hongos.

Con respecto a los controles positivos utilizados como cloranfenicol y clotrimazol frente a los agentes patógenos, el cloranfenicol por ser un antibiótico poco utilizado tubo actividad frente a las dos bacterias evaluadas, y el clotrimazol fue efectivo frente a *Candida albicans*. El control negativo (alcohol de 96°) tubo ligera actividad antimicrobiana ya que es un desinfectante natural y por ende su presencia repotencia la actividad del extracto. Hay que resaltar, que los microorganismos estudiados en la presente investigación fueron sensibles al extracto etanólico de la tola haciendo que esta alternativa farmacéutica sea una opción potencial contra estos agentes patógenos principalmente bacterias que han venido adquiriendo resistencia frente a los fármacos ya conocidos. En caso del clotrimazol se observó que tubo actividad frente a *Candida albicans* al igual que el extracto etanólico de la tola teniendo a esta alternativa natural como una excelente opción de tratamiento en lugares donde no hay fácil acceso a los centros de salud (tabla 2).

Para determinar si hay diferencia significativa entre las concentraciones evaluadas del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* "tola", se realizó el análisis de varianza ANOVA y a través de la prueba no paramétrica H de Kruskal-Wallis a un nivel de significancia de 0.05, se obtuvo un valor de 0.203 indicando que los diámetros de halo de inhibición de las concentraciones de extracto de la tola no presentan diferencia significativa entre sí. Esto quiere decir que estadísticamente el extracto al 200 mg/mL presenta la misma actividad antimicrobiana que el extracto al 800 mg /mL. Dichos resultados indican que es

necesario evaluar el efecto bactericida de la planta preparando menores concentraciones y determinar cuál es la concentración ideal para obtener una actividad antimicrobiana optima (tabla 3).

Los valores del PIR para el extracto etanólico varían de acuerdo al antibiótico o antimicótico empleado, mientras más se asemejen al tamaño de los halos de inhibición del extracto mayor será el valor de PIR y eso dependerá específicamente de la sensibilidad del microorganismo. Así, empleando como control positivo el cloranfenicol, el extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* "tola" presentó una acción antimicrobiana baja (42 %) frente a *Escherichia coli* ATCC25922 y una acción antimicrobiana alta (82 %) frente a *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. Utilizando el clotrimazol, el extracto etanólico de la tola presentó una acción antimicrobiana intermedia (66 %) frente a *Candida albicans* (clínica) (tabla 4).

La MCI del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* "tola" a partir de la concentración de 800 mg/mL fue de 12.5 mg/mL para *Escherichia coli* ATCC 25922, 1.56 mg/mL para *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y 12.5 mg/mL para *Candida albicans* (clínica). Por otro lado, la MCB del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* fue de 12.5 mg/mL para *Escherichia coli* ATCC25922, 3.125 mg/mL para *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y 12.5 mg/mL para *Candida albicans* (clínica). Esta información es muy importante porque los microorganismos estudiados en el presenta trabajo de investigación, especialmente *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, han venido adquiriendo en los últimos años resistencia a los antibióticos convirtiéndose en uno de los mayores responsables en infecciones intrahospitalarias (tabla 5).

El extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* "tola", tuvo un efecto bactericida sobre *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 y *Candida albicans* (clínica) (tabla 6).

En esta investigación se reporta por primera vez la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de las hojas de *Baccharis tricuneata* "tola" sobre los microorganismos antes mencionados, proporcionando información importante para el uso de la tola como agente antimicrobiano.

V. CONCLUSIONES

1. Se identifico en el extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* "tola" la presencia de flavonoides, taninos, aminoácidos, compuestos fenólicos, saponinas, triterpenos, antraquinonas, alcaloides, cardenólidos, leucoantocianidinas, catequinas.
2. El extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* "tola" tiene actividad antimicrobiana frente a *Staphylococcus aureus, Escherichia coli y Candida albicans,* teniendo una acción antimicrobiana que oscila entre el nivel bajo y alto.
3. No se observó diferencia significativa entre el diámetro (mm) de los halos de inhibición de las diferentes concentraciones del extracto *de Baccharis tricuneata* "tola".
4. La concentración mínima inhibitoria del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* "tola" fue de 12.5 mg/mL para *Escherichia coli* y *Candida albicans* y de 1.56 mg/mL para *Staphylococcus aureus*. Asimismo, la concentración mínima bactericida fue de 12.5 mg/mL para *Escherichia coli* y *Cándida albicans* y de 3.125 mg/mL para *Staphylococcus aureus*.
5. El extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* "tola" posee efecto bactericida sobre *Staphylococcus aureus, Escherichia coli y Candida albicans.*

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar otras investigaciones evaluando otras propiedades o usos del extracto de *Baccharis tricuneata* como actividad antiinflamatoria, cicatrizante, antioxidante, expectorante, entre otros.
2. Realizar investigaciones sobre la actividad antimicrobiana de *Baccharis tricuneata* "tola" utilizando otros tipos de extractos como extracto acuoso, metanólicos, etc. Así mismo, utilizar concentraciones distintas a la del trabajo de investigación y contra otros patógenos de importancia clínica.
3. Determina la actividad antimicrobiana de *Baccharis tricuneata* "tola" preparando extractos a partir de otra parte de las plantas como los frutos flores, tallos y raíces.
4. Realizar investigaciones empleando técnicas de separación y extracción de cada metabolito secundario de *Baccharis tricuneata* "tola" para determinar cuál es el principio activo que tiene mejor actividad antimicrobiana.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Word health organization[internet]. Medicina tradicional: 2025 nov 28[citado 2026 Ene 05]. Disponible en: https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/traditional-medicine
2. CEE Bankwatch Network [internet]. La biodiversidad al borde del abismo que frena el financiamiento de la naturaleza en la UE: 2023 Feb 07[citado 2026 Ene 07]. Disponible en:https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/medicinal-plant
3. Instituto Nacional de Salud [internet]. Plantas medicinales: 2024 Ene 14 [citado 2026 ene 08]. Disponible en: https://www.gob.pe/46163-instituto-nacional-de-salud-plantas-medicinales?
4. CONAM. Estrategia Nacional sobre Diversidad Biológica. 1ra. ed. Lima, Peru; octubre 2001
5. Isla, MI, Leal, M., Carrizo, SL, Zampini, IC (2021). *Baccharis tola* Phil., *B. boliviensis* (Wedd.) Cabrera. En: Máthé, Á., Bandoni, A. (eds.) Plantas Medicinales y Aromáticas de Sudamérica, vol. 2. Plantas Medicinales y Aromáticas del Mundo, vol. 7. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-62818-5_6
6. Royal Botanic Gardens Kew. Plants of the World Online[internet]. *Baccharis tricuneata* (Lf) Pers.: [citado 2026 Ene 10]. Disponible en:https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:183814-1
7. Hurancca T. Actividad antioxidante de las hojas de *Baccharis tricuneata* "yana taya". Ayacucho – 2012 [tesis pre grado]. Ayacucho: Universidad Nacional de Cristóbal de Huamanga; 2013.
8. Diaz M. et al. Evaluación de la actividad antiinflamatoria de una crema a partir del extracto purificado de *Baccharis Tricuneata* (L.f.) Pers. "taya". Revista ECIPeru [internet]. 2012[consultado 2026 Ene 13]; 9(1). Disponible en: https://doi.org/10.33017/RevECIPeru2012.0004/
9. Barrionuevo A. Composición química y capacidad antioxidante del aceite esencial de *Baccharis tricuneata* (L. f.) *Pers*. ALICIA [internet]. 2023 [consultado 2026 Ene 15]. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Disponible en: http://hdl.handle.net/20.500.12918/7426

10. Word health organization[internet]. Resistencia a los antimicrobianos: 2023 Nov 21[citado 2026 Ene 17]. Disponible en:https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance

11. Organización Panamericana de la Salud [internet]. Resistencia a los antimicrobianos. [citado 2026 Ene 19]. Disponible en: https://www.paho.org/es/temas/resistencia-antimicrobianos

12. Castellano González Maribel J, Perozo-Mena Armindo J. Mecanismos de resistencia a antibióticos β-lactámicos en *Staphylococcus aureus*. Kasmera [Internet]. 2010 Jun [citado 2026 Mar 01]; 38(1): 18-35. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0075-52222010000100003&lng=es

13. Czajka KM, et al. Molecular Mechanisms Associated with Antifungal Resistance in Pathogenic *Candida* Species. Cells. 2023 Nov 19;12(22):2655p. Doi: 10.3390/cells12222655

14. Baquero F. Estudio bio-dirigido de *Baccharis latifolia* (Chilca) y *Basella obovata* (Juyanguilla) con actividad antimicrobiana frente a *Sthaphylococcus aureus* aislado de bovinos con mastitis [Tesis de pregrado]. Ibarra: Pontificia Universidad Católica del Ecuador; 2025. 74p. [citado el 15 de marzo de 2025]. Disponible en: https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/45353

15. Escalante E. Identificación fitoquímica y evaluación in vitro del extracto de *Baccharis salicifolia* sobre bacterias de importancia clínica [Tesis de pregrado]. Puebla: Benemérita Universidad Autónoma De Puebla; 202. 55p. [citado el 22 de marzo del 2025]. Disponible en: https://hdl.handle.net/20.500.12371/18487

16. Sandoval M. Análisis de las características fitoquímicas, propiedades farmacológicas, usos y aplicaciones más comunes de la Chilca (*Baccharis latifolia*) en el Ecuador [Tesis de pregrado]. Ambato: Universidad Técnica de Ambato; 2021. 66p. [citado el 10 de enero de 2025]. Disponible en: https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/33670

17. Guzmán M. Efecto de los compuestos fenólicos totales del extracto etanólico de la *Baccharis genistelloides* sobre *Streptococcus mutans* [Tesis de maestría]. Ambato: Universidad Regional Autónoma de Los Andes; 2018. 77p. [citado el 10 de enero de 2025]. Disponible en: https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/8757

18. Rueda Y. Actividad antimicrobiana de extractos de *Baccharis salicifolia* y *Mansoa alliacea* en *Escherichia coli* [Tesis de pregrado]. Ambato: Universidad Técnica de

Ambato; 2016. 1p. [citado el 10 de enero de 2025]. Disponible en: http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/27728

19. Martinez M, Galarza D. Actividad antimicrobiana del aceite esencial de chilca (*Baccharis latifolia*) sobre la *Escherichia coli*. [Tesis de pregrado]. Tarma: Univessidad Nacional Del Centro Del Perú; 2023. 102p. [citado el 19 de marzo de 2025]. Disponible en: http://hdl.handle.net/20.500.12894/10418

20. Casaverde I. Etnobotánica y fitoquímica de plantas medicinales del distrito de Ocros, provincia de Huamanga, Ayacucho 2017 [Tesis de pregrado]. Ayacucho: Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga; 2021. [citado el 22 de enero de 2025]. Disponible en: http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4493

21. Diaz M, Conde J, Félix P, Ramírez S, Vicuña R. Evaluación de la actividad antiinflamatoria de una crema a partir del extracto purificado de *Baccharis tricuneata* (L.f.) Pers. "tola". Revista ECIPerú [Internet]. 2019 [citado el 14 de enero de 2025];9(1):16-21. Disponible en: https://doi.org/10.33017/RevECIPeru2012.0004/

22. Benito A, De La Cruz F. Actividad antioxidante y antimicrobiana in vitro de los extractos de *Schkuhria pinnata* y *Baccharis latifolia* [Tesis de pregrado inédita]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2019. 140p.

23. García M. Efecto cicatrizante del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Baccharis tricuneata* (L. F.) Pers. "yana tola" en ratones albinos. Ayacucho – 2012 [Tesis de pregrado]. Ayacucho: Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga; 2012. [citado el 18 de enero de 2025]. Disponible en: http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4904

24. Huarancca Quispe, Tania Margoth. ALICIA. *Actividad Antioxidante De Las Hojas De Baccharis Tricuneata "yana Taya". Ayacucho – 2012*[tesis de pregrado]. 2013. Disponible en: http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4622

25. Espinoza, Yackelin. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Efecto hipoglucemiante del extracto atomizado de las hojas y tallos de *Baccharis tricuneata (L.F.) Pers.* "yana taya" en ratas con diabetes mellitus experimental. Ayacucho 2024[tesis de pregrado]. 2025. Disponible en: https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/20.500.14612/7850

26. Wagner Heidy. Cabañuelas. Tamizaje fitoquímico o screening. Diario Queretaro. 2024. Disponible en: https://oem.com.mx/diariodequeretaro/analisis/cabanuelas-tamizaje-fitoquimico-o-screening-13077518

27. Clínica Universidad de Navarra. Universidad de Navarra. 2023 [citado el 21 de marzo de 2025]. Gram-negativo. Disponible en: https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/gram-negativo

28. Organización Mundial de la Salud. E. coli [Internet]. [citado el 21 de marzo de 2025]. Disponible en: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli

29. Molina N, Oderiz S, López M, Basualdo J, Sparo M. Caracterización molecular de *Escherichia coli* diarreogénica proveniente de población pediátrica ambulatoria con diarrea, atendida en dos hospitales de Buenos Aires, Argentina. Rev Argent Microbiol [Internet]. 2024 [citado el 21 de marzo de 2025]; 56:8–15. Disponible en: https://panel.aam.org.ar/img_up/20032024.2.pdf

30. Cabal A. Distribución, cuantificación y caracterización de genes de virulencia de Escherichia coli en reservorio de animales, humanos y medioambientales. Universidad de Castilla-La Mancha; 2016.

31. Molina N, Oderiz S, López M, Basualdo J, Sparo M. Caracterización molecular de *Escherichia coli* diarreogénica proveniente de población pediátrica ambulatoria con diarrea, atendida en dos hospitales de Buenos Aires, Argentina. Rev Argent Microbiol [Internet]. el 1 de enero de 2024 [citado el 24 de marzo de 2025];56(1):8–15. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0325754123000536

32. Morales, N. (2018). Diferenciando Bacterias Gram Positivo (+) y Gram Negativo (-) Mediante Tinción de Gram. Unidades de Apoyo para el Aprendizaje. CUAED/FES Iztacala-UNAM. Consultado el 15 marzo 2026. Disponible en: https://repositorio-uapa.cuaed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/2889/mod_resource/content/1/UAPA-Diferenciando-Bacterias-Gram/index.html

33. Zendejas G, Avalos H, Soto Y. Microbiología general de *Staphylococcus aureus*: Generalidades, patogenicidad y métodos de identificación. Revista Biomédica [Internet]. septiembre de 2014 [citado el 27 de marzo de 2025];25(3):129–43. Disponible en: https://www.medigraphic.com/pdfs/revbio/bio-2014/bio143d.pdf

34. Cervantes E, García R, Salazar PM. Características generales del *Staphylococcus aureus*. Rev Latinoam Patol Clin Med Lab [Internet]. el 24 de febrero de 2014 [citado el 27 de marzo de 2025];61(1):28–40. Disponible en: www.medigraphic.com/patologiaclinicawww.medigraphic.org.mx

35. Panizo M. M, Reviákina V. Candida albicans y su efecto patógeno sobre las mucosas. Rev. Soc. Ven. Microbiol. [Internet]. 2001 Jul [citado 2026 Abr 16]; 21(2): 38-45.

Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562001000200011&lng=es

36. Algunas consideraciones sobre *Candida Albicans* como agente etiológico de candidiasis bucal. Acta odontol. venez [Internet]. 2002 ene [citado 2026 Abr 16]; 40(1): 9-17. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652002000100003&lng=es

37. Macias I. et al. Candida albicans es el principal hongo oportunista en humanos. ELSEVIER. Junio 2023; 55 (2): 109-200p. Dsiponible en: 10.1016/j.ram.2022.08.003

38. Huancavelica Perú. Clima de Huancavelica [internet]. Huancavelica; 2025 [citado el 25 de marzo del 2025]. Disponible en: https://huancavelica.org/clima

39. Biurrun F. Como preparar ejemplares de herbario para obtener el nombre botánico de las plantas a través de su envío a especialistas [internet]; [citado el 25 de enero de 2025]. 2-4p. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_prep_ejemp_bot_1_ago_2012_1_.pdf

40. Benítez R, Sarria R, Gallo J, Pérez N, Álvarez J, Giraldo C. Obtención y rendimiento del extracto etanólico de dos plantas medicinales. Revista de la Facultad de Ciencias Básicas [Internet]. 2019 [citado el 29 de enero de 2025];15(1):31-40. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7975126

41. Martínez M, Pereira C, González F, Benítez B. Screening fitoquímico preliminar de *Chloroleucon tenuiflorum* (Benth.) Barneby & J.M. Grimes. Revista Steviana [Internet]. 2021 [citado el 05 de febrero de 2025]; 2:45-54. Disponible en: https://revistascientificas.una.py/index.php/stevia/article/view/1294

42. Ramírez L, Díaz H. Actividad antibacteriana de extractos y fracciones del ruibarbo *(Rumex conglomeratus)*. Scientia Et Technica [Internet]. 2007 [citado el 15 de febrero de 2025]; XIII (33):397-400. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84933113

43. HANNA intruments. Control de densidad óptica en estándares de Mcfarland mediante espectrofotometría visible[internet]. Bogotá. [citado el 03 de abril del 2025]. Disponible en: https://www.hannacolombia.com/blog/post/963/control-la-densidad-optica-en-estandares-mcfarland-mediante-espectrofotometria-visible?srsltid=AfmBOoq63tpvNpzr7PnP9wSVGqj8xWiI2EYkXcA7lCxY2W-prHNKts_O

44. Ramírez L, Castaño D. Metodologías para evaluar in vitro la actividad antibacteriana de compuestos de origen vegetal. Scientia Et Technica [internet]. 2009 [citado el 15 de febrero de 2025]; XV (42):263-268. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84916714049

45. Asociación española de pediatría. Cloranfenicol [internet]. Madrid: 2020. [citado el 10 de abril del 2025]. Disponible en: https://www.aeped.es/comite-medicamentos/pediamecum/cloranfenicol#:~:text=Descripci%C3%B3n%3A,%2C%20Chlamydophila%2C%20Mycoplasma%20y%20Rickettsia.

46. National Library of Medicine. Clotrimazol [internet]. Departamento de salud y servicios humanos de los EE.UU.: 2025. [citado el 14 de abril del 2025]. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560643/

47. Cruz A, Rodríguez N, Rodríguez C. Evaluación in vitro del efecto antibacteriano de los extractos de *Bidens pilosa, Lantana camara, Schinus molle y Silybum marianum*. Revista U.D.C.A Act. & Div. Cient. [internet]. 2010 [citado el 21 de febrero de 2025];13(2):117-124. Disponible en: https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/738

48. Rojas J. Efecto de los extractos de Monnina crotalarioides, Diplostephium sp., Lomatia hirsuta "garu garu" y Gunnera sp. "shingor" sobre la viabilidad de Staphlococcus aureus resistente a meticilina, in vitro. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo; 2014. 9p. Disponible en: http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/4139

49. MARTINEZ-MORA, Marlene María et al. Composición fitoquímica y propiedades antibacterianas de Ricinus communis L. *Pastos y Forrajes* [online]. 2023, vol.46 [citado 2026-01-17]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942023000100013&lng=es&nrm=iso>. Epub 18-Sep-2023. ISSN 2078-8452.

50. Yan, Y.; Xia, X.; Fatima, A.; Zhang, L.; Yuan, G.; Lian, F.; Wang, Y. Actividad antibacteriana y mecanismos de los flavonoides vegetales contra bacterias gramnegativas según el modelo estadístico antibacteriano. *Pharmaceuticals* 2024, *17*, 292. https://doi.org/10.3390/ph17030292

51. Fernández F. et al. Resistencia bacteriana. Revista cubina de medicina militar. 2003; 32(1): 44-48p. Disponible en: http://scielo.sld.cu/pdf/mil/v32n1/mil07103.pdf

VIII. ANEXOS

8.1. Anexo 1



Figura 3: (A) Planta entera de *Baccharis tricuneata* Ruiz & Pav. “tola”, (B) hojas.

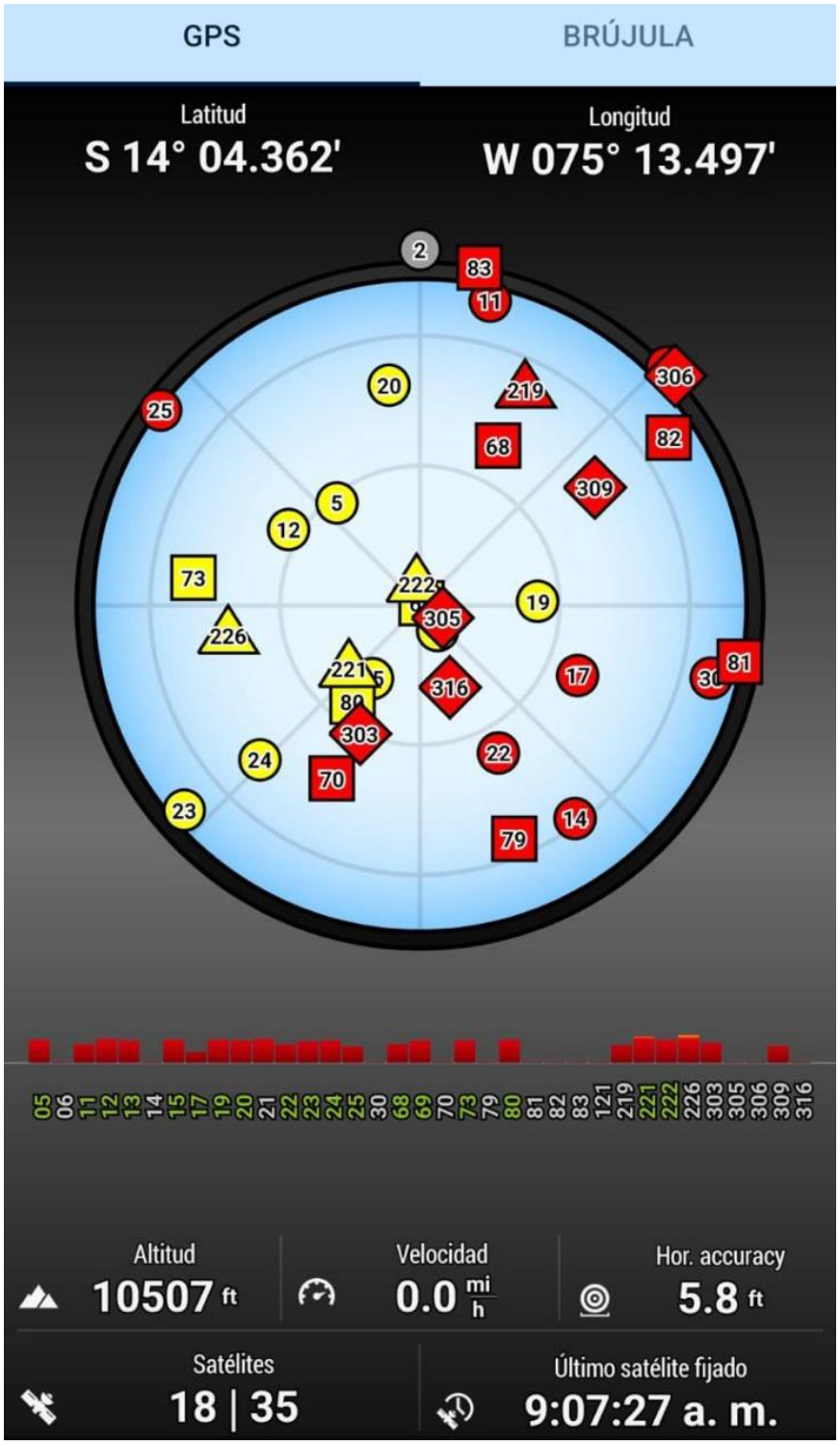


Figura 4: Coordenadas geográficas del punto de colecta de las hojas de *Baccharis tricuneata* Ruiz & Pav. “tola”.

Formulario de registro de información en campo (ficha A)	
Coleccionista: Gonzales Bendezú Alejandro	N° de ejemplar: 01
Fecha de colección: 23/07/2025	Hora: 9:17 am
Lugar de colección	
Departamento: Huancavelica **Provincia:** Huaytará **Distrito:** Córdoba	
Ubicación geo-referencial	
Latitud: S 14° 04.36´ **Longitud:** W 075° 13.497´ **Altitud:** 10507 ft	
Observaciones del ambiente donde crece la planta: Se observó la presencia cercana de *Baccharis latifolia*, un arbusto asociado común en la zona, cuyas hojas presentan varios márgenes dentados, el tipo de suelo es limoso.	
Llanura de suelo: Suelo limoso.	
Descripción del tipo de vegetación: Matorrales con predominio de arbustos.	
Caracterización del hábitat particular de la especie: La especie se encontró creciendo en un ambiente de matorral andino, en un terreno con suelo limoso de buen drenaje, ligeramente pedregoso en superficie. El sector presentaba exposición solar directa, clima frío y ventoso propio de la zona. La vegetación asociada incluía principalmente *Baccharis latifolia* y otras especies arbustivas propias de la región. El terreno mostraba pendiente moderada, sin acumulación de agua, lo que favorece el desarrollo de especies adaptadas a suelos.	

Figura 5: Ficha de recolección de datos antes de la extracción de la muestra vegetal en el punto de muestreo

8.2. Anexo 2

CONSTANCIA DE IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA VEGETAL PARA HERBARIO

N° 003-2025-AOG

Quien subscribe deja expreso por la presente constancia que la muestra vegetal fértil y completa (01 espécimen), colectada cerca de la localidad y senderos de Huamanmarca (distrito de Córdova, provincia de Huaytará y departamento de Huancavelica) pasando la Cocha La Osa (distrito de Yauca del Rosario, provincia y departamento de Ica); y facilitada por el tesista **ALEJANDRO JAVIER GONZALES BENDEZÚ** con carné universitario Nº 20175454 de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga.

El espécimen mencionado ha sido revisado y determinado taxonómicamente como ***Baccharis tricuneata* (L.f.) Pers.**, teniendo la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG III (2009) y AGP IV (2016):



CLASE : Equisetopsida C. Agardh
SUB-CLASE : Magnoliidae Nuevo ex Takht.
SUPER-ORDEN : Asteranae Takht.
ORDEN : Asterales Link
FAMILIA : Asteraceae Bercht. & J. Presl
GÉNERO : *Baccharis* L.
ESPECIE : *Baccharis tricuneata* (L.f.) Pers.
Publicado en: Syn. Pl. 2(2): 424, n. 25. 1807.
urn:lsid:ipni.org:names:183814-1

BASIÓNIMOS : *Erigeron tricuneatus* L.f., Suppl. Pl. 368 (1782).
:
SINÓNIMOS : *Conyza tricuneata* (L.f.) Willd. in Sp. Pl., ed. 4. 3: 1946 (1803).
: *Baccharis microphylla* Kunth, Nov. Gen. Sp. 4 (14): 43 (1818).
: *Baccharis tolimensis* Hieron., Bot. Jahrb. Syst. 21 (3): 343 (1895)

https://www.ipni.org/n/183814-1
https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:183814-1
https://wfoplantlist.org/taxon/wfo-0000065501-2025-06
https://www.tropicos.org/name/2733106

La planta revisada o muestra corresponde a un arbusto nativo altoandino ramificado y resinoso de uso tradicional medicinal y localmente llamado "**tola o chilca**" y fue determinada por quien suscribe el presente documento.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para su tesis de grado, titulada: **Screening fitoquímico de *Baccharis tricuneata* "tola" (Asteraceae) y su actividad antimicrobiana frente a *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Candida albicans*"** y para los fines académicos que crean conveniente.

Ica, 21 de Julio del 2025

Alfonso Orellana Garcia
C.B.P. N° 9040
D.N.I. 42303941
Cel. +51 956723406

Figura 6: Constancia de identificación de la muestra vegetal

8.3. Anexo 3



Figura 7: (A) Colección de la muestra vegetal en bolsas de papel kraft, (B) Limpieza y eliminación de hojas en mal estado y otras impurezas presentes en la muestra y (C) secado de las hojas de *Baccharis tricuneata* en ambiente seco y bajo sombra.

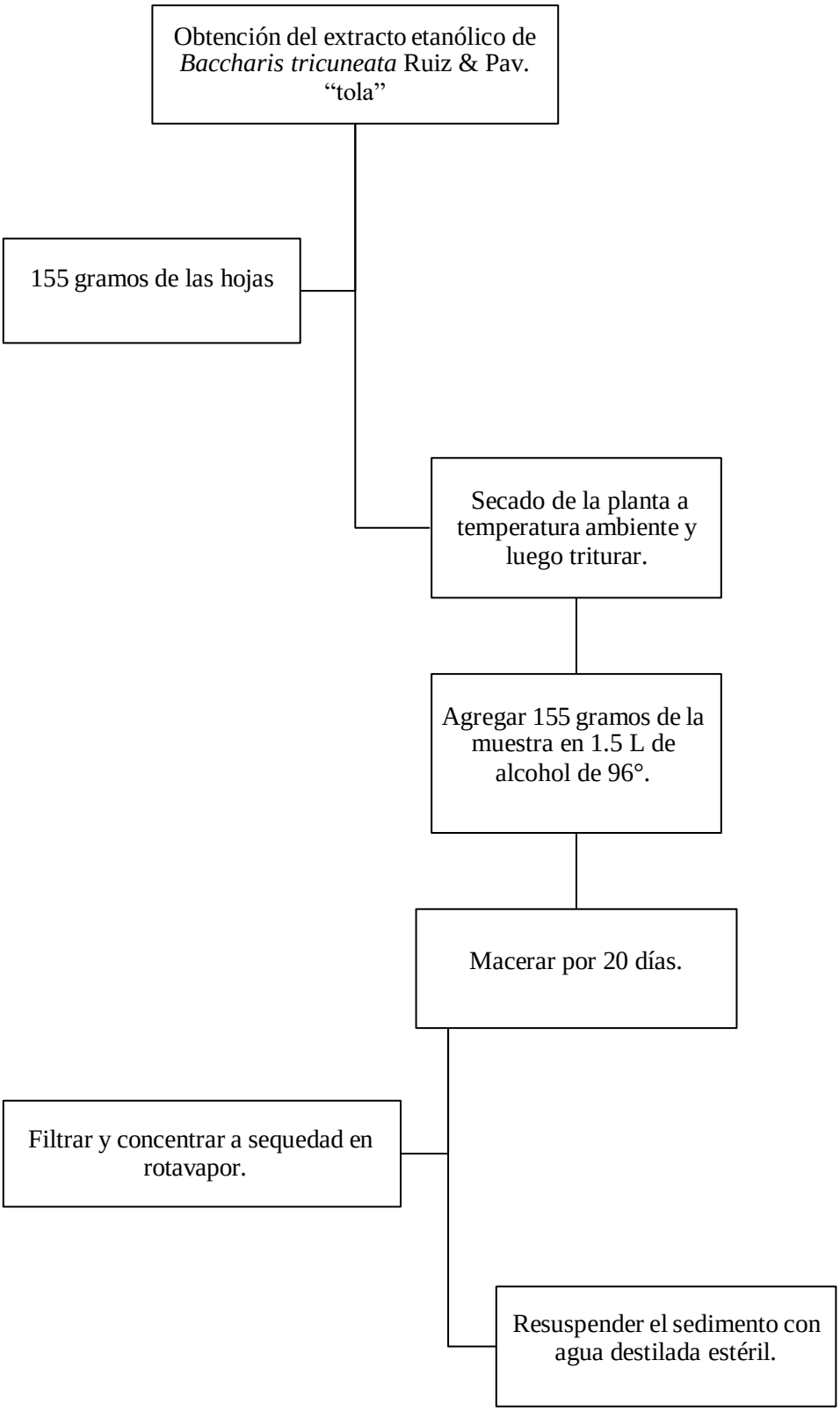


Figura 8: Obtención del extracto etanólico de las hojas de *Baccharis tricuneata* Ruiz & Pav. "tola"

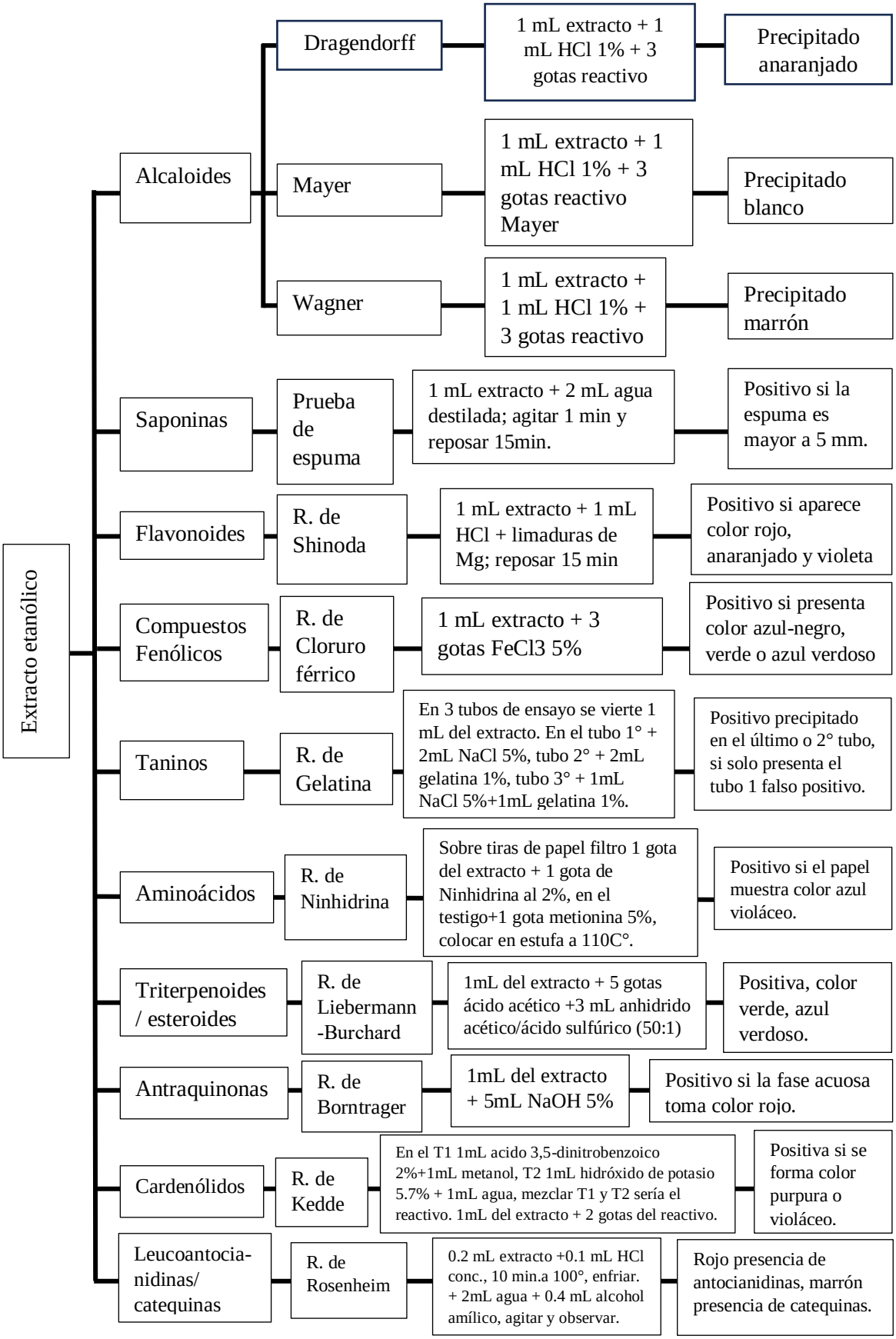


Figura 9: Screening fitoquímico del extracto etanólico de las hojas de *Baccharis tricuneata* Ruiz & Pav. "tola".



Figura 10: A, B, C. Reacciones de coloración y precipitación en la determinación de metabolitos secundarios del extracto de *Baccharis tricuneata*.

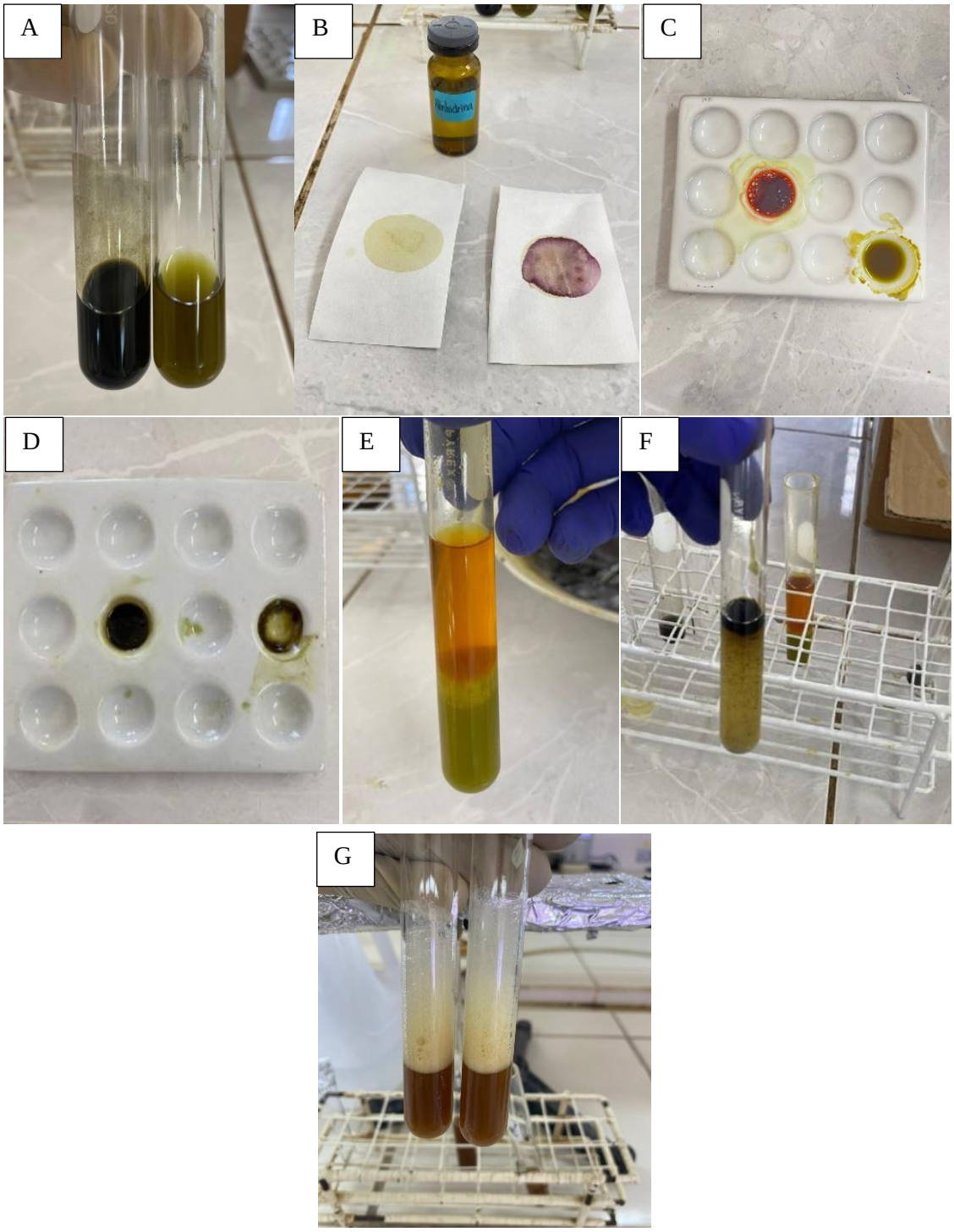


Figura 11: Resultados positivos en la identificación de metabolitos secundarios en el extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* Ruiz & Pav. "tola": (A) taninos, (B) aminoácidos, (C) flavonoides, (D) triterpenoides y esteroides, (E) antraquinonas, (F) catequinas y (G) saponinas.

8.4. Anexo 4

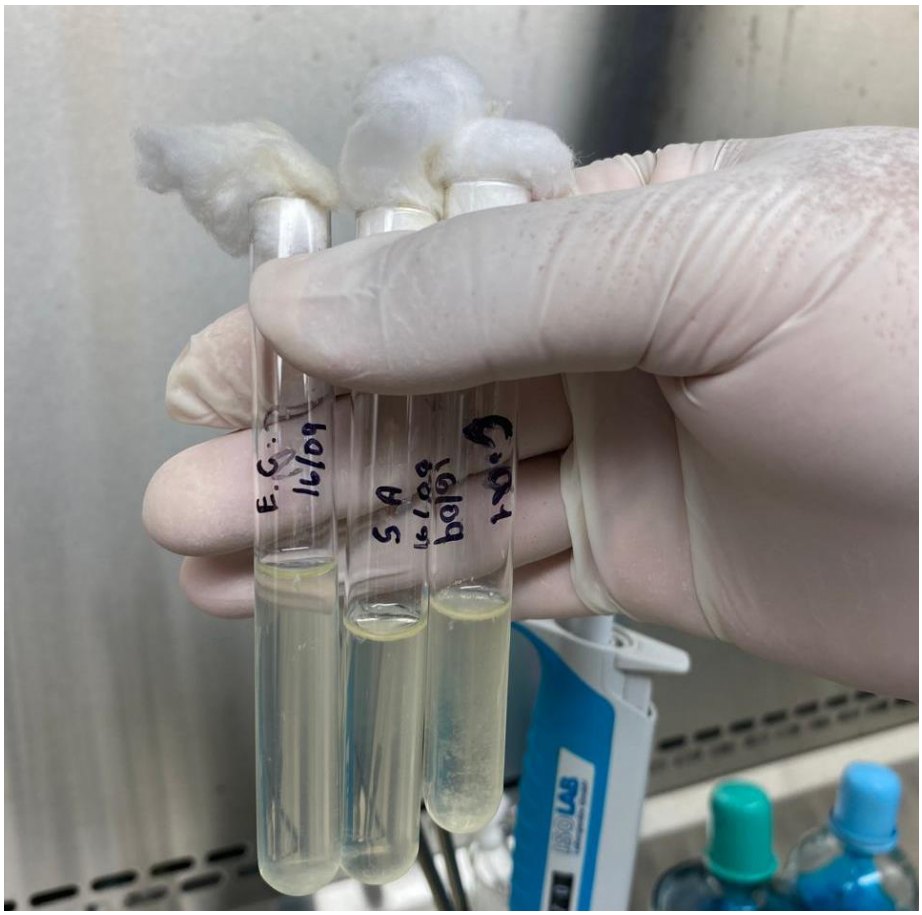


Figura 12: Microorganismos activados en caldo nutritivo (CN).

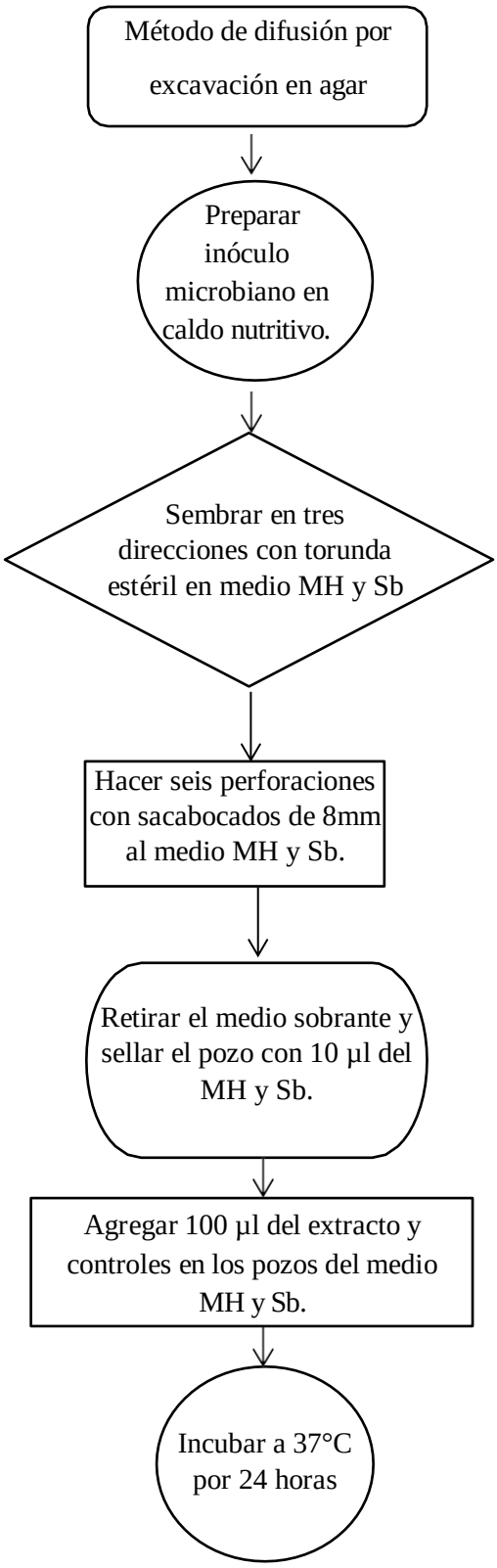


Figura 13: Método de difusión por excavación en agar para la evaluación de la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* "tola" frente a *Staphylococcus aureus, Escherichia coli* y *Cándida albicans.*

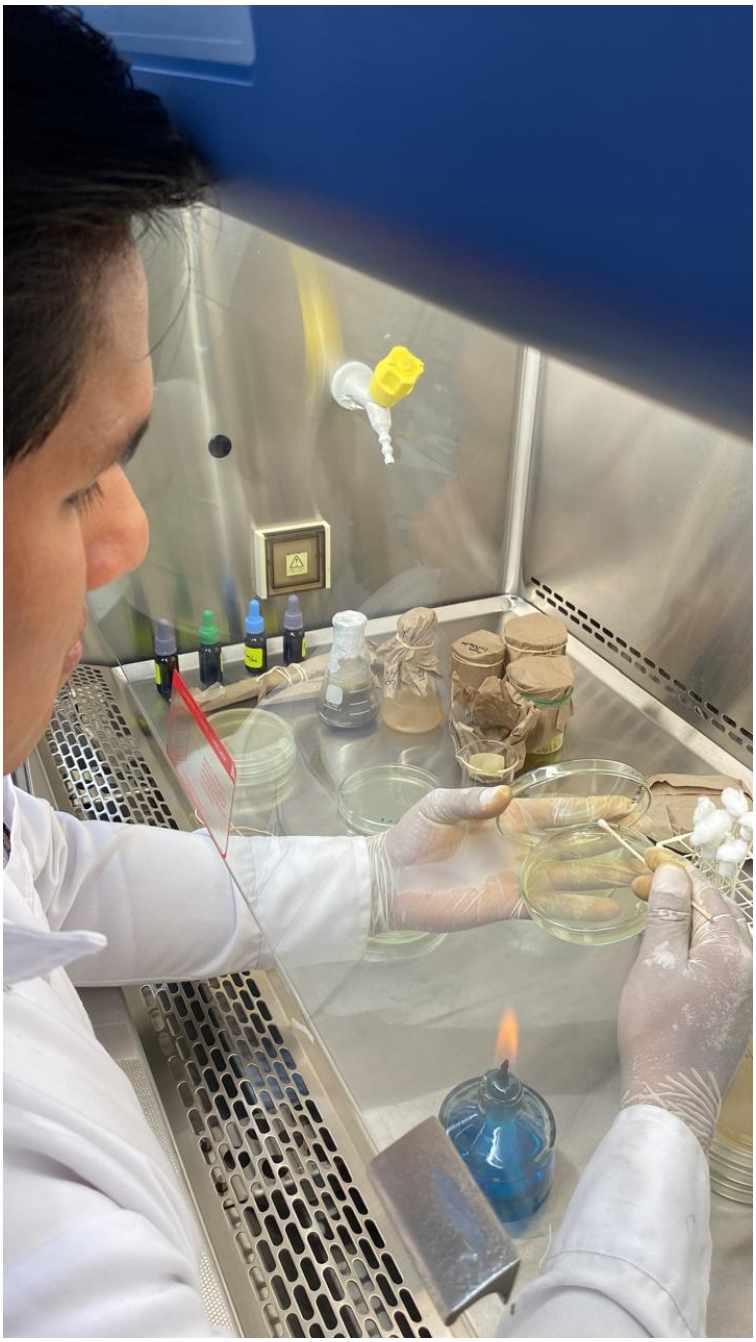


Figura 14: Siembra por estría en toda la placa (3 direcciones) de las cepas estudiadas.

Tabla 7: Actividad antimicrobiana del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* a diferentes concentraciones frente a *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Cándida albicans*, utilizando como controles positivos el cloranfenicol y el clotrimazol. Por triplicado.

Extractos / Microorganismos		C+	C -	800 mg mL^{-1}	600 mg mL^{-1}	400 mg mL^{-1}	200 mg mL^{-1}
Staphylococcus aureus ATCC 25923	A	22.5	9	19	16.5	14.5	14.5
	B	22	8.5	18	17.5	15	14
	C	27	8.5	22	16	15	14
Escherichia coli ATCC 25922	A	35.5	8.5	12.5	11	10	10
	B	27	8.5	12.5	11	10	9
	C	27	8.5	12.5	11	11	10
Candida albicans (clínica)	A	29	11	21	19	19	19
	B	29	11	20.5	19	19	19
	C	29	11	21	19.5	19	19

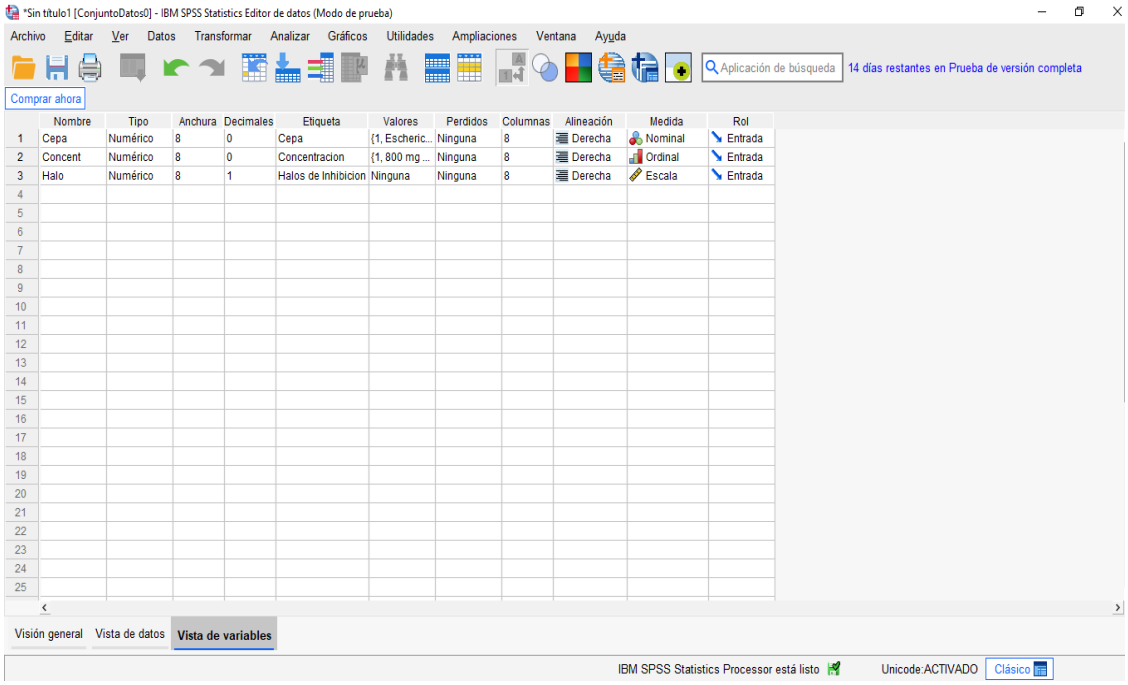


Figura 15: Redacción de los datos de investigación en la vita de variables del programa estadístico SPSS v.31.

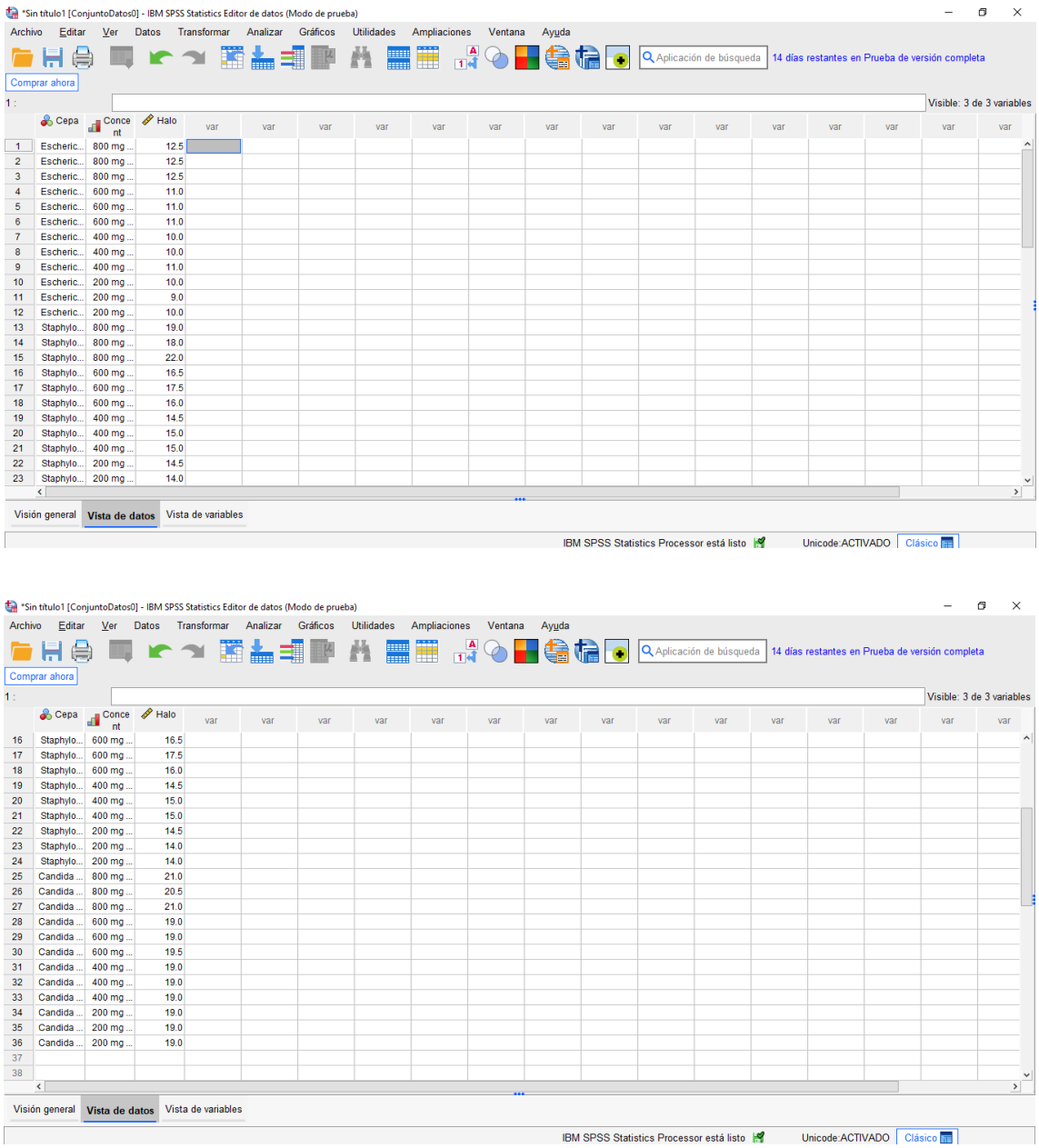


Figura 16: Redacción de los datos de investigación en la vista de datos del programa estadístico SPSS v.31.

Tabla 8: Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes.

N total	36
Estadístico de prueba	4.604[a]
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	.203

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates

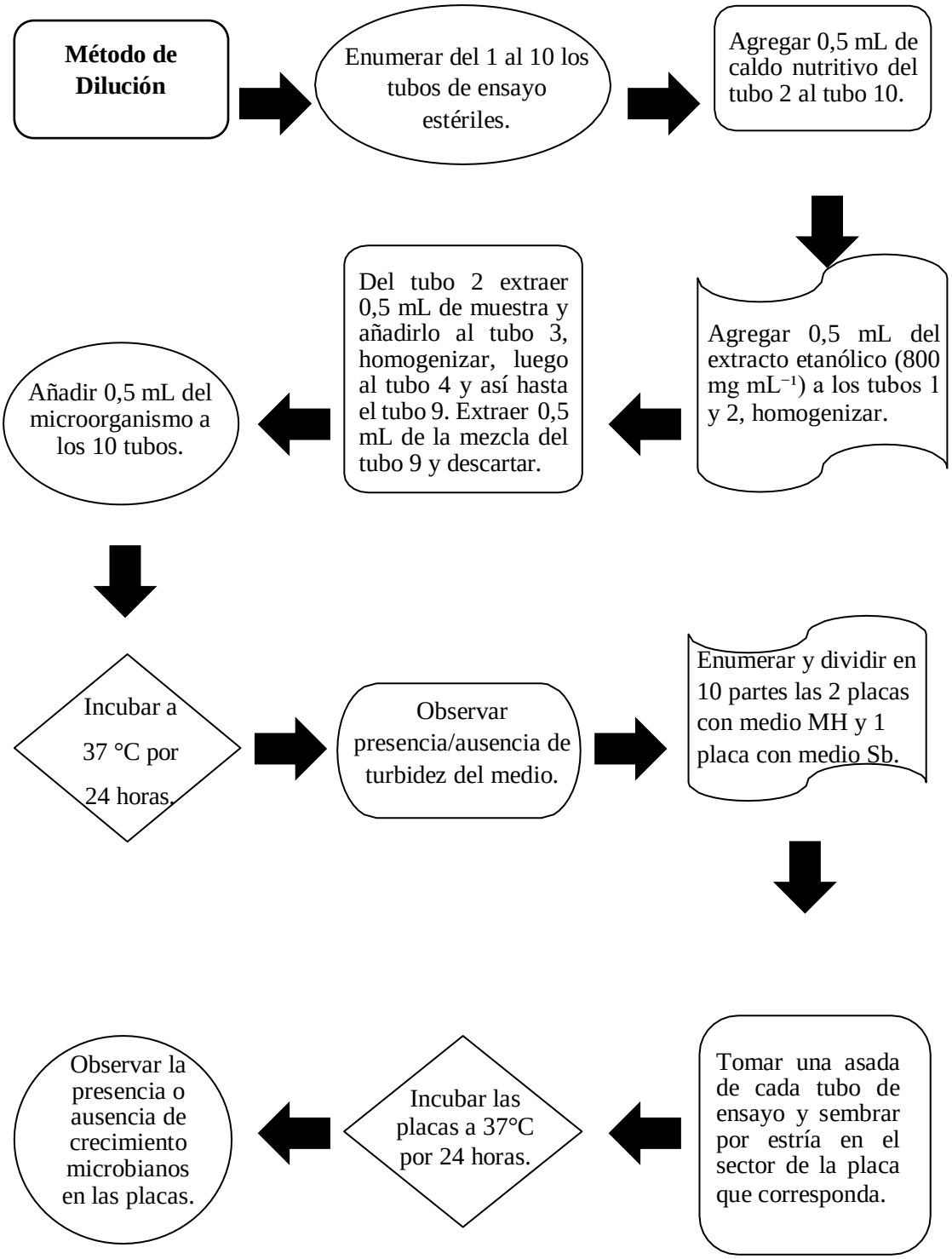


Figura 17: Método de dilución para la determinación de la MCI y MCB del extracto etanólico *de Baccharis tricuneata* frente a *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Cándida albicans*.



Figura 18: Método de dilución para determinar la concentración mínima inhibitoria y la concentración mínima bactericida.

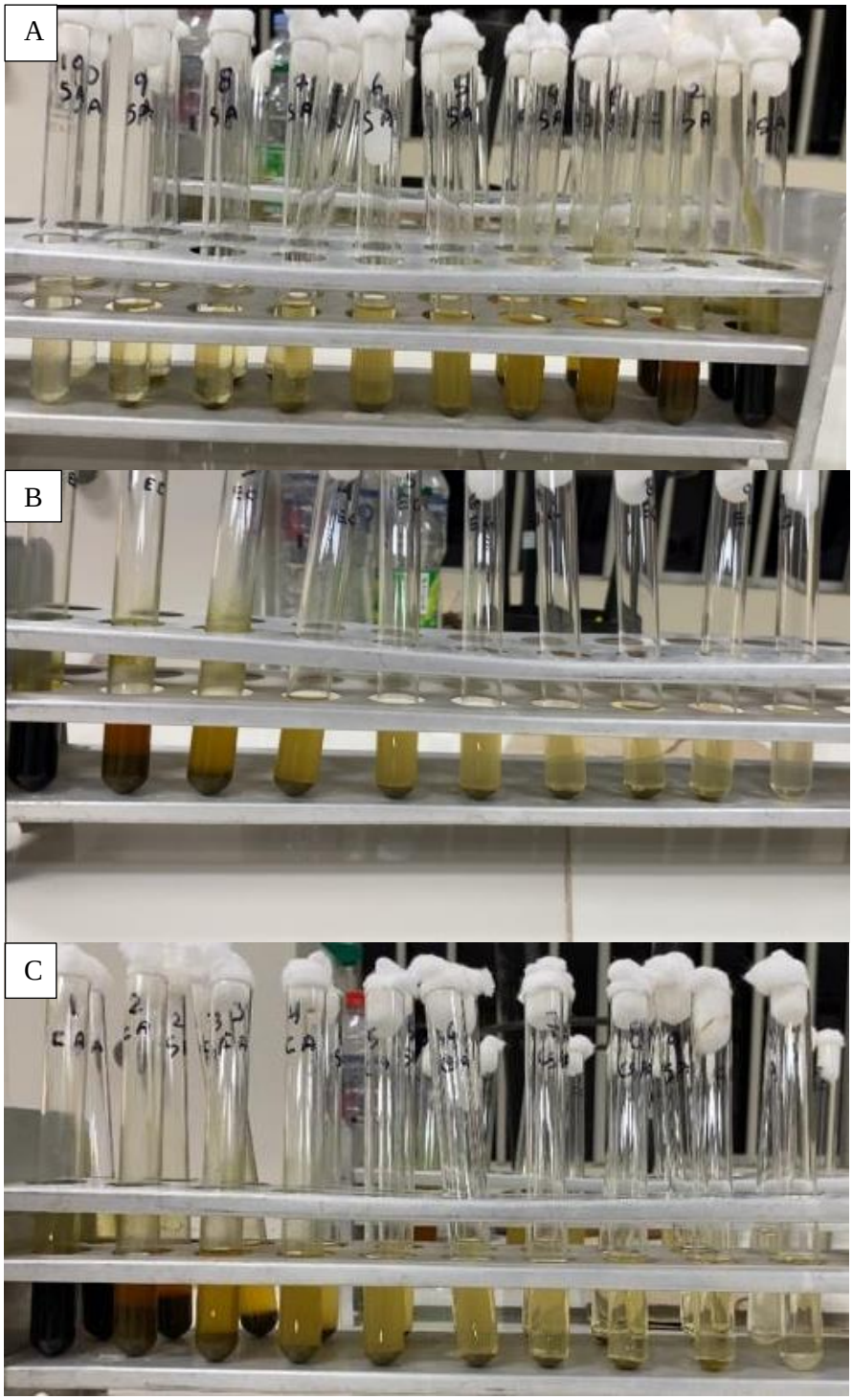


Figura 19: Concentración Mínima Inhibitoria (MCI) del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* Ruiz & Pav. "tola" frente a: (A) *Staphylococcus aureus*, (B) *Escherichia coli*, **(C)** *Cándida albicans*

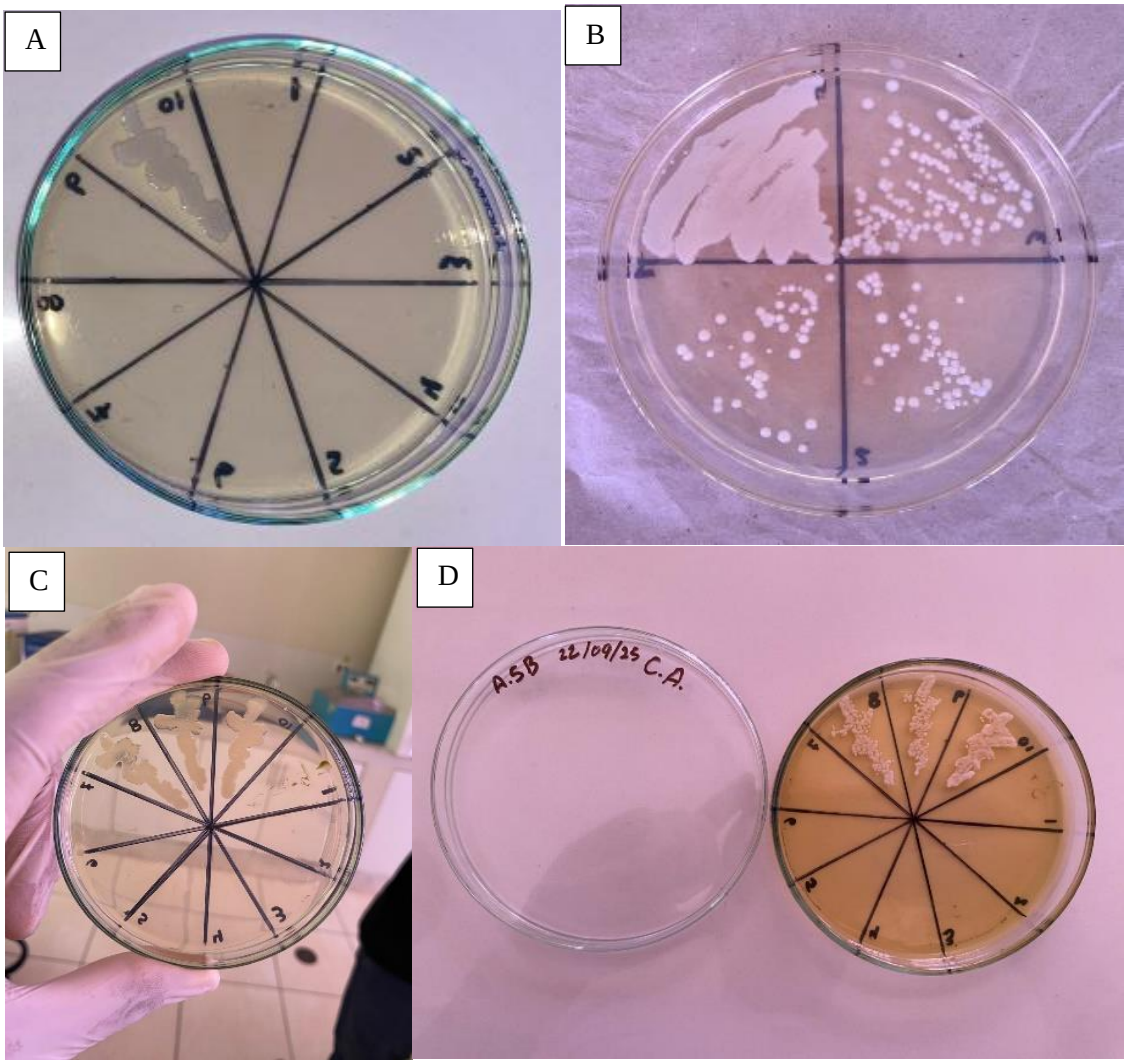


Figura 20: Concentración mínima bactericida (MCB) del extracto etanólico de *Baccharis tricuneata* frente a: (A, B) *Staphylococcus aureus*, (C) *Escherichia coli* y (D) *Cándida albicans.*

VIII.

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

AT_2026-FFBB-086

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título de **Informe final de tesis** es:

Screening fitoquímico de *Baccharis tricuneata* "tola" y su actividad antimicrobiana frente a *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Candida albicans.*

Presentado por:

GONZALES BENDEZU ALEJANDRO JAVIER

Bachiller del nivel **PREGRADO** de la Facultad de **FARMACIA Y BIOQUÍMICA.** El resultado obtenido es 13% por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.

Con Código de Matricula: 20175454

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 20 de julio de 2026

.....
Dr. PEÑA GALINDO JULIO JOSE
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

PGJJ/hadp