

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



TESIS:

**Prospección química y biológica en los frutos de *Cestrum
conglomeratum* Ruiz & Pavón**

**Para optar el título profesional de:
QUÍMICO FARMACÉUTICO**

PRESENTADO POR:

Bach. Kenly Fabiola RUIZ CORONADO

ASESOR:

Dr. Q.F. Marco Rolando ARONÉS JARA

COASESORA:

MSc. Kirianova GODOY BAUTISTA

AYACUCHO - PERÚ

2025

A mí querida madre, Yolanda, por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios sin fin. A todas las personas que estuvieron a mi lado durante este proceso.

AGRADECIMIENTOS

A mi *Alma mater*, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga por haberme dado la oportunidad de formarme profesionalmente.

A la Facultad de ciencias de la salud y a la Escuela profesional de Farmacia y Bioquímica.

A mis maestros por inculcarme conocimientos científicos destreza y habilidades para mi formación profesional.

A mi asesor el Dr. Q.F. Marco Rolando Aronés Jara, por haberme brindado su apoyo y capacidad científica en todo el proceso de la ejecución de la tesis.

A la Mg. Q.F. Kirianova Godoy Bautista, por su contribución e impartir su conocimiento magistral en el desarrollo de la presente investigación.

ÍNDICE

RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVII
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II. DESARROLLO DE LA PERSPECTIVA TEÓRICA	5
2.1. Marco Referencial	5
2.1.1. Antecedentes Internacionales	5
2.1.2. Antecedentes Nacionales	10
2.1.3. Antecedentes Locales	11
2.2. Marco Teórico	12
2.2.1. Género Cestrum	12
2.2.2. Cestrum conglomeratum	17
2.2.3. Prospección Química y Biológica de Especies Vegetales	19
2.2.4. Antocianinas	19
2.3. Marco Conceptual	22
2.4. Marco Ético y Legal	23
2.5. Hipótesis	24
2.5.1. Hipótesis General	24
2.5.2 Hipótesis Nula	24
2.5.3. Hipótesis Específicas	24
2.5.4. Hipótesis Estadística	24
2.6. Identificación de Variables	24
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1. Alcance de Investigación	25
3.2. Diseño de Investigación	25
3.3. Unidad de Análisis	26

3.4. Población de Estudio	26
3.5. Muestra y Tamaño de Muestra	26
3.6. Criterios de Selección	26
3.6.1. Criterios de Inclusión	26
3.6.2. Criterios de Exclusión	26
3.7. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	26
3.7.1. Procedimiento para la Recolección de Datos	27
3.8. Análisis de Datos	31
3.9. Consideraciones Éticas	31
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	33
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN	43
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES	47
CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES	49
REFERENCIAS	51
ANEXOS	58

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Table 1. Sustituyentes de la estructura del ión flavilo de las principales estructuras antocianidinas	21
Tabla 2. Perfil químico UHPLC-DAD del extracto de antocianinas de los frutos de <i>Cestrum conglomeratum</i> Ruiz & Pavón	35
Tabla 3. Cuantificación de compuestos fenólicos en el extracto de antocianinas de los frutos de <i>Cestrum conglomeratum</i> Ruiz & Pavón	37
Tabla 4. Potencial antioxidante del extracto de antocianinas de los frutos de <i>Cestrum conglomeratum</i> Ruiz & Pavón, mediante el método DPPH	38
Tabla 5. Actividad antimicrobiana del extracto de antocianinas de los frutos de <i>Cestrum conglomeratum</i> Ruiz & Pavón frente a bacterias y una levadura, comparado con ciprofloxacino y clotrimazol	39

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Saponinas identificadas en especies del género <i>Cestrum</i>	13
Figura 2. Glicoalcaloide identificado en especies del género <i>Cestrum</i>	13
Figura 3. Terpenoides identificados en especies del género <i>Cestrum</i>	14
Figura 4. Compuestos fenólicos identificados en especies del género <i>Cestrum</i>	14
Figura 5. Lignanós identificados en especies del género <i>Cestrum</i>	15
Figura 6. Oxilipinas identificadas en especies del género <i>Cestrum</i>	15
Figura 7. Fotografías de <i>Cestrum conglomeratum</i> procedentes del Bosque de Osqohuilla	17
Figura 8. Ión flavilo	20
Figura 9. Principales antocianidinas en plantas	21
Figura 10. Esquema del diseño transeccional descriptivo	25
Figura 11. Esquema del diseño preexperimental con posprueba únicamente	25
Figura 12. Esquema del diseño experimental puro con posprueba únicamente y grupo control	26
Figura 13. Cromatograma UHPLC-DAD del extracto de antocianinas de los frutos de <i>Cestrum conglomeratum</i> Ruiz & Pavón	36
Figura 14. Halos de inhibición en la evaluación de la actividad antimicrobiana del extracto de antocianinas de los frutos de <i>Cestrum conglomeratum</i> Ruiz & Pavón	40
Figura 15. Bioensayo de toxicidad preliminar con <i>Artemia salina</i> del extracto de antocianinas de los frutos de <i>Cestrum conglomeratum</i> Ruiz & Pavón	42

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Identificación taxonómica de <i>Cestrum conglomeratum</i> Ruiz & Pav.	60
Anexo 2. Matriz de definición y operacionalización de variables	61
Anexo 3. Matriz de consistencia	62

RESUMEN

Cestrum conglomeratum es una especie vegetal nativa de América, distribuida en el Bosque de Osqohuilca (Ayacucho-Perú), un ecosistema de flora endémica. Se caracteriza por sus bayas de color morado, pero hasta el momento no reporta estudios previos sobre su composición química ni actividad biológica, por tanto, el objetivo de este trabajo fue realizar prospección química y biológica de sus frutos evaluando el perfil de antocianinas, actividad antioxidante, antibacteriana y toxicidad preliminar de sus frutos. Se recolectaron frutos maduros en el Bosque de Osqohuilca (Ayacucho-Perú). La extracción de antocianinas de los frutos de *C. conglomeratum* fue realizado empleando etanol acidificado y purificado mediante microextracción en fase sólida. La determinación del perfil de antocianinas fue realizada mediante HPLC-DAD; así mismo, el contenido de fenoles totales y antocianinas se determinó mediante los métodos de Folin-Ciocalteu y pH diferencial, respectivamente. La actividad antioxidante se evaluó con el ensayo DPPH, la antimicrobiana mediante el método de pozos en agar frente a cepas de referencia, y la toxicidad preliminar con *Artemia salina*. El perfil cromatográfico reveló la presencia de 10 antocianinas, predominando las del tipo de delphinidina y petunidina. El contenido de fenoles totales fue de $36,2 \pm 0,30$ mg GAE/g y el de antocianinas totales de $773,2 \pm 7,65$ mg C3G-Eq/100 g. La actividad antioxidante mostró una CE_{50} de $1043,08 \pm 15,45$ μ g/ml. El extracto presentó buena actividad sobre *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* y *Candida albicans*. La toxicidad fue elevada, con una CL_{50} de $18,67 \pm 3,02$ μ g/ml. *C. conglomeratum*, se perfila como potencial fuente de pigmentos naturales y compuestos bioactivos.

Palabras clave: *Cestrum conglomeratum*, antocianinas, actividad antioxidante, actividad antimicrobiana, toxicidad.

ABSTRACT

Cestrum conglomeratum is a plant species native to the Americas, distributed throughout the Osqohuillca Forest (Ayacucho, Peru), an ecosystem rich in endemic flora. Characterized by its purple berries, this species remains unexplored in terms of its chemical composition and biological activity. Accordingly, the aim of this study was to conduct a chemical and biological prospecting of its fruits, evaluating the anthocyanin profile, antioxidant and antibacterial activities, and preliminary toxicity. Mature fruits were collected from the Osqohuillca Forest. Anthocyanins were extracted using acidified ethanol and purified via solid-phase microextraction. Their profile was analyzed through HPLC-DAD. Total phenolic and anthocyanin contents were quantified using the Folin-Ciocalteu and differential pH methods, respectively. Antioxidant capacity was assessed with the DPPH assay, antimicrobial activity via agar well diffusion against reference strains, and preliminary toxicity using *Artemia salina*. Chromatographic analysis revealed ten anthocyanins, primarily of the delphinidin and petunidin types. Total phenolic content was 36.2 ± 0.30 mg GAE/g, while total anthocyanins measured 773.2 ± 7.65 mg C3G-Eq/100 g. Antioxidant activity exhibited an EC_{50} of 1043.08 ± 15.45 μ g/ml. The extract demonstrated notable antimicrobial activity against *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, and *Candida albicans*. High toxicity was observed, with an LC_{50} of 18.67 ± 3.02 μ g/ml. These findings suggest that *C. conglomeratum* may serve as a promising source of natural pigments and bioactive compounds.

Keywords: *Cestrum conglomeratum*, anthocyanins, antioxidant activity, antimicrobial activity, toxicity.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El género *Cestrum*, perteneciente a la familia Solanaceae, incluye aproximadamente 300 especies de arbustos y árboles distribuidos en regiones tropicales y subtropicales de América (Lima Bezerra et al., 2023; Royal Botanical Gardens Kew).. Entre ellas, *Cestrum conglomeratum*, una especie nativa de Perú, Bolivia y Colombia (POWO, 2025). Presentan escasos estudios en términos de características botánicas y composición química, a pesar de que las especies de este género son reconocidas por su diversidad de metabolitos secundarios, responsables de propiedades biológicas y farmacológicas importantes (Rojas et al., 2003).

Cestrum conglomeratum Ruiz & Pav. es una especie nativa de los Andes peruanos, localizada en el Bosque de Osqohuillca, a una altitud de 3608 msnm, en el distrito de Quinua, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, Perú. El interés en su estudio surgió debido a los frutos llamativos de coloración intensa, lo que motivó su recolección y la correspondiente identificación taxonómica.

El uso tradicional de especies de *Cestrum* en la medicina popular está documentado, atribuyéndoles propiedades febrífugas, astringentes, antihemorroidales (Mostacero León et al., 2011), analgésicas, antimicrobianas y antiinflamatorias (Lima Bezerra et al., 2023). Sin embargo, algunas especies también se asocian con toxicidad en animales de pastoreo, como *Cestrum parqui* y *Cestrum axillare* (Lima Bezerra et al., 2023), lo que resalta la importancia de estudiar tanto la seguridad como el potencial terapéutico de estas plantas.

Químicamente, el género es rico en alcaloides, saponinas, flavonoides, fenoles y antocianinas (Alrabayah et al., 2023; Lima Bezerra et al., 2023), compuestos que desempeñan roles clave en actividades biológicas y aplicaciones industriales (Hostettmann et al., 2000; Sautour et al., 2007). Particularmente, las antocianinas se han destacado como colorantes naturales en la industria textil, pero no se han realizado investigaciones específicas sobre la composición química de los frutos de *Cestrum conglomeratum*.

Se ha demostrado que otras especies del género poseen actividades antioxidantes, antibacterianas y citotóxicas (Alrabayah et al., 2023), lo que las posiciona como candidatas para aplicaciones biomédicas y agroindustriales. Sin embargo, los frutos de *Cestrum conglomeratum* no han sido evaluados en términos de actividad biológica, lo que genera un vacío importante en el conocimiento sobre su potencial terapéutico y sus posibles aplicaciones industriales.

La prospección química es un campo interdisciplinario que combina técnicas analíticas, biológicas, instrumentales e informáticas para el descubrimiento de moléculas prometedoras de aplicación en áreas tan diversas como: medicina, agricultura y biotecnología.

En este contexto, la prospección química es una herramienta esencial para explorar la diversidad vegetal y descubrir compuestos bioactivos con potencial terapéutico (Matos et al., 2024; Rivas-Morales et al., 2016). Estudios previos han identificado metabolitos secundarios, como flavonoides y taninos, que contribuyen a propiedades antioxidantes, anticancerígenas y anti mutagénicas, mitigando el estrés oxidativo y reduciendo la incidencia de enfermedades crónicas. Además, esta línea de investigación fomenta el desarrollo de medicamentos innovadores y el uso sostenible de la biodiversidad (Matos et al., 2024).

La falta de estudios sobre la composición química, el contenido de compuestos fenólicos y actividad biológica de los frutos de *Cestrum conglomeratum* limita su aprovechamiento potencial. Este vacío resulta significativo considerando el interés creciente en explorar nuevas fuentes de metabolitos bioactivos para aplicaciones industriales y farmacológicas. Por lo tanto, es necesario investigar los metabolitos secundarios de esta especie para determinar su potencial terapéutico e industrial.

Por los fundamentos expuestos se planteó la pregunta de investigación: ¿Cuál es la composición química, el contenido de compuestos fenólicos, y las actividades antioxidante, antibacteriana y tóxica de los frutos de *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav.? Siendo el objetivo general del presente estudio la determinación de la composición química, el contenido de compuestos fenólicos, y evaluar las actividades antioxidante, antibacteriana y tóxica de los frutos de *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav. y los objetivos específicos:

- a. Identificar los compuestos químicos presentes en los frutos de *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav.

- b. Cuantificar el contenido de fenoles totales y antocianinas en los frutos de *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav.
- c. Evaluar la actividad antioxidante *in vitro* de los frutos de *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav.
- d. Evaluar la actividad antibacteriana de los frutos de *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav.
- e. Evaluar la toxicidad de los frutos de *Cestrum conglomeratum* frente a *Artemia salina*.

CAPÍTULO II. DESARROLLO DE LA PERSPECTIVA TEÓRICA

2.1. Marco Referencial

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Zambrano Vera et al. (2025), en su investigación evaluaron las propiedades fitoquímicas y antioxidantes de los extractos obtenidos a partir de hojas de *Cestrum nocturnum* L. (Solanaceae) y *Nerium oleander* L. (Apocynaceae), dos especies con uso tradicional en medicina natural. Las muestras fueron recolectadas en el Jardín Botánico de la Universidad Técnica de Manabí, y posteriormente sometidas a secado a 40 y 50 °C. Se emplearon tres métodos de extracción: Soxhlet, maceración y ultrasonido. Los extractos fueron analizados para detectar la presencia de metabolitos secundarios como fenoles, alcaloides, flavonoides, saponinas, catequinas y azúcares reductores. Además, se determinó la capacidad antioxidante mediante los métodos ABTS y DPPH. Los resultados mostraron que la maceración fue el método más eficiente para extraer fenoles en *Cestrum nocturnum* ($56,763 \pm 1,5$ mg GAE/g), mientras que el método Soxhlet fue más efectivo en *Nerium oleander* ($60,334 \pm 2,9$ mg GAE/g). En cuanto a la capacidad antioxidante, *C. nocturnum* destacó con un valor de $229,247 \pm 7,2$ μ mol Trolox/g, superior al de *N. oleander*. Los hallazgos respaldan el mayor potencial antioxidante de *Cestrum nocturnum*, lo que fortalece su uso tradicional en fitoterapia. Este estudio aporta evidencia científica relevante para su eventual incorporación en estrategias de salud basadas en el uso de plantas medicinales en Ecuador.

Oancea (2025), en su revisión refirió que las plantas invasoras suelen estar asociadas a impactos negativos en los ecosistemas e incluso en la salud humana. Sin embargo, diversos estudios también han documentado su uso etnomedicinal, especialmente por parte de comunidades indígenas. Ante la escasa investigación crítica sobre plantas invasoras que producen bayas, este estudio busca aportar evidencia científica actualizada sobre los frutos con potencial farmacológico de estas especies. Se presenta una lista de 35 especies invasoras pertenecientes a 16 familias botánicas, detallando sus características, usos medicinales tradicionales, actividades biológicas recientes y datos disponibles sobre toxicidad, entre ellos, *Cestrum nocturnum*. Además, se incluyen las definiciones, terminología y criterios utilizados para clasificar a las

especies exóticas e invasoras. En su mayoría, los frutos descritos presentan notables propiedades antioxidantes, debido a su elevado contenido de polifenoles y carotenoides, compuestos altamente reactivos. También se han identificado otras actividades biológicas importantes, como efectos antimicrobianos, antiinflamatorios, antidiabéticos, anticancerígenos y neuroprotectores. No obstante, la información cuantitativa sobre su toxicidad es aún limitada. Este trabajo representa un punto de partida para futuras investigaciones orientadas al descubrimiento de fármacos y otras aplicaciones terapéuticas, a partir de los compuestos presentes en las bayas de plantas invasoras.

Di Meo et al. (2024), describió que el *Cestrum parqui* L'Hérit. (familia Solanaceae) es un arbusto forestal de comportamiento autoincompatible y con mecanismos de polinización especializados. Aunque es originario de zonas subtropicales, actualmente se encuentra ampliamente distribuido en regiones del Mediterráneo. Sus hojas contienen compuestos con propiedades antimicrobianas, anticancerígenas, insecticidas, repelentes, molusquicidas y herbicidas, lo que convierte a esta especie en una fuente valiosa de metabolitos con alto potencial biológico. Diversos grupos de investigación han centrado sus estudios en la caracterización química de las distintas partes de la planta y en la evaluación de sus propiedades funcionales, con miras a aplicaciones comerciales prometedoras. No obstante, hasta la fecha, los reportes sobre el uso de extractos de *C. parqui* como pesticidas naturales selectivos y sobre su potencial fitotóxico son aún escasos e incompletos. En este contexto, el desarrollo científico y el aprovechamiento adecuado de técnicas de extracción son fundamentales para avanzar hacia una valorización comercial sostenible de esta especie. El artículo original resume los estudios más recientes sobre la botánica, fitoquímica, propiedades funcionales y posibles aplicaciones comerciales de *C. parqui*.

Lima Bezerra et al. (2023), llevaron a cabo un estudio cuyo propósito fue realizar una revisión sistemática de las especies del género *Cestrum* responsables de intoxicaciones en rumiantes en Brasil, así como identificar los principales fitoquímicos implicados en dichas actividades tóxicas. Los investigadores documentaron casos de envenenamiento por *Cestrum axillare* Vell. (sin. *Cestrum laevigatum* Schltdl.), *Cestrum corymbosum* Schltdl., *Cestrum intermedium* Sendtn., y *Cestrum parqui* L'Hér. En general, las especies de *Cestrum* provocan daño hepático severo, generando un cuadro clínico-patológico asociado con insuficiencia hepática aguda en los animales afectados. El ganado es el más vulnerable a la intoxicación por estas plantas, aunque también se

han reportado casos de envenenamiento por *C. axillare* en cabras y búfalos. En cuanto a los compuestos químicos, se identificaron varios en *C. axillare* y *C. parqui*, incluidos algunas saponinas y terpenoides, que podrían estar relacionados con los efectos tóxicos observados. Por otro lado, solo se ha identificado un compuesto químico en *C. intermedium*, y no se han realizado estudios fitoquímicos para determinar los compuestos tóxicos presentes en *C. corymbosum*. Se plantea la necesidad de que investigaciones futuras aborden estas lagunas y determinen los principios tóxicos de estas especies.

Ahmad et al. (2023), reportó el estudio que tuvo como objetivo evaluar el potencial terapéutico de los extractos de hojas de *Cestrum nocturnum* frente a la diabetes y los trastornos neurológicos, mediante la inhibición de las enzimas α -amilasa y acetilcolinesterasa (AChE), complementando el análisis biológico con estudios computacionales de acoplamiento molecular (docking) para sustentar la interacción de los metabolitos secundarios con los sitios activos de dichas enzimas. Entre los resultados más relevantes, el extracto metanólico de las hojas demostró una notable actividad antioxidante frente a los radicales DPPH ($IC_{50} = 39,12 \pm 0,53 \mu\text{g/ml}$) y ABTS ($IC_{50} = 20,94 \pm 0,82 \mu\text{g/ml}$). Además, este extracto mostró una fuerte capacidad inhibitoria de α -amilasa ($IC_{50} = 188,77 \pm 1,67 \mu\text{g/ml}$) y AChE ($IC_{50} = 239,44 \pm 0,93 \mu\text{g/ml}$), actuando de manera no competitiva y competitiva, respectivamente. Los análisis in silico realizados con compuestos identificados por GC-MS en el extracto metanólico revelaron una alta afinidad de unión a los sitios catalíticos de ambas enzimas, con energías de acoplamiento que oscilaron entre $-3,10$ y $-6,23$ kcal/mol para la α -amilasa, y entre $-3,32$ y $-8,76$ kcal/mol para la AChE. En conclusión, los resultados sugieren que el extracto de *C. nocturnum* posee potencial actividad antioxidante, antidiabética y anti-Alzheimer, posiblemente atribuida al efecto sinérgico de sus compuestos fitoquímicos bioactivos.

Ubiali et al. (2022), reportaron el estudio sobre la intoxicación por *Cestrum axillare* (Solanaceae) en rumiantes. Los autores refieren que la intoxicación por *Cestrum axillare* genera graves pérdidas económicas en la producción de rumiantes debido a su asociación con una enfermedad hepática aguda y mortal. Además, que el consumo de esta planta ocurre principalmente en granjas o pastizales con escasez de alimento o forraje seco, especialmente durante el período seco, cuando se reportaron el 79,0 % de los casos documentados entre 1953 y 2021 en el sudeste de Brasil. Evidenciaron que, en total, 68 bovinos, dos búfalos y dos cabras presentaron signos

clínicos que culminaron en la muerte tras ingerir *C. axillare*. Los síntomas observados incluyeron apatía, anorexia, paro ruminal, postura encorvada y estreñimiento con heces secas, a veces mezcladas con sangre o moco. En casos graves, los animales desarrollaron encefalopatía hepática, manifestada como excitación, agresividad, salivación excesiva, tambaleo y temblores musculares. Los hallazgos *post mortem* revelaron necrosis de los hepatocitos y cambios patológicos en el sistema nervioso central, como micro cavitaciones en la sustancia blanca cerebral. Además, se detectaron las hepatotoxinas carboxiparquina y parquina en hojas de *C. axillare* recolectadas en potreros afectados por los brotes. Este estudio representa el primer informe de la presencia de parquina y carboxiparquina en *C. axillare*.

Bahgat et al. (2022), destacaron que el género *Cestrum* L. (Solanaceae) comprende entre 250 y 300 especies de plantas con flores, mayoritariamente distribuidas en regiones cálidas de América. Estas especies, conocidas como “jazmines” por la fragancia de sus flores, se valoran tanto por su uso ornamental como por sus propiedades medicinales. En diversas culturas de África, Asia y América, *Cestrum* ha sido utilizado en la medicina tradicional por sus efectos etnofarmacológicos. En décadas recientes, se han identificado 52 saponinas esteroidales en distintas especies del género, asociadas a actividades citotóxicas, antimicrobianas, espermicidas y pesticidas. La investigación actual se centra en comprender su biosíntesis y la relación entre estructura química y actividad biológica, lo cual respalda su potencial en el desarrollo de fitofármacos y aplicaciones industriales.

Shadab et al. (2020), reportaron el estudio de mezcla cruzada de una especie venenosa de *Cestrum*, *Cestrum diurnum*, en materia prima herbaria mediante huella química utilizando LC-ESI-QTOF-MS/MS. Dado que las plantas venenosas, ampliamente distribuidas, pueden representar riesgos de fitotoxicidad al mezclarse con plantas medicinales, investigaron la adulteración de *Cestrum diurnum* (planta tóxica) con *Adhatoda vasica* (planta medicinal) mediante huellas dactilares químicas utilizando LC-ESI-MS/MS. Se desarrollaron perfiles químicos de *C. diurnum*, *C. nocturnum* y *C. parqui*, identificando 43 compuestos. Entre ellos, se cuantificó la nornicotina, un compuesto tóxico, y se realizó un análisis quimiométrico para comparar la distribución de los compuestos en las tres especies. Se detectaron cinco marcadores químicos para identificar adulteraciones, siendo posible detectar mezclas con hasta un 5,0 % de *C. diurnum*. Además, se evaluó la citotoxicidad de extractos metanólicos en células PBMC

humanas, encontrando toxicidad en las tres especies, destacando *C. nocturnum* como la más tóxica (IC50 de 12,5 µg/mL).

Keshari et al. (2020), realizaron un estudio en el que sintetizaron nanopartículas de plata mediante un extracto acuoso de hojas de *Cestrum nocturnum* y se evaluaron sus actividades antioxidantes y antibacterianas. La síntesis fue confirmada por espectrofotometría UV-Vis y las nanopartículas, de naturaleza cristalina, con un tamaño promedio de 20 nm y forma esférica, fueron caracterizadas mediante técnicas avanzadas como microscopía electrónica y espectroscopía infrarroja. Las nanopartículas mostraron una mayor actividad antioxidante en comparación con la vitamina C y demostraron fuerte actividad antibacteriana contra varias bacterias, siendo más efectivas contra *Vibrio cholerae* y menos contra *Enterococcus faecalis*. Las concentraciones mínimas inhibitorias (CMI) oscilaron entre 4 y 16 µg/ml dependiendo del microorganismo. En conclusión, las nanopartículas de plata sintetizadas mostraron potentes propiedades antioxidantes y antibacterianas debido a las moléculas bioactivas presentes en su superficie.

Ghosh et al. (2019), publicaron el estudio que evaluó el efecto hipolipidémico de un compuesto fitoesteroide aislado del extracto metanólico de cloroformo obtenido de hojas frescas y maduras de *Cestrum diurnum* (Solanaceae: Solanales). Se analizaron los cambios en parámetros hematológicos en ratas albinas normocolesterolémicas tras la administración oral diaria de 2 mg del fitoesteroide durante 15 días, comparándolos con un grupo control. La administración del fitoesteroide resultó en una reducción significativa de los niveles de colesterol total y libre en plasma, así como en una disminución notable de los triglicéridos plasmáticos. Además, se observó un aumento considerable en los niveles de colesterol HDL, junto con una reducción marcada en las concentraciones de LDL y VLDL. También se detectaron niveles significativamente más bajos de ácidos grasos libres en las ratas tratadas.

Patil et al. (2018), reportó el estudio que tuvo como finalidad evaluar la capacidad de absorción de radiación ultravioleta (UV) de las bayas de *Cestrum nocturnum* (familia Solanaceae), así como su actividad antioxidante, para determinar su potencial como agente antisolar natural. Se utilizaron bayas inmaduras y maduras en concentraciones de 200 a 1000 µg/ml. La actividad antioxidante se evaluó mediante ensayos de captura de radicales de óxido nítrico y peróxido de hidrógeno (H₂O₂), mientras que la capacidad fotoprotectora se determinó mediante espectroscopía UV-Visible. El extracto de bayas maduras presentó una actividad captadora de óxido nítrico

del 31,14%, en comparación con el 35,15% observado para el ácido ascórbico. En el caso del peróxido de hidrógeno, el extracto mostró una inhibición del 57,50%, mientras que el ácido ascórbico alcanzó un 39,18%. Respecto a la absorción UV, las bayas inmaduras y maduras presentaron máximos de absorbancia a 223 nm y 222 nm, respectivamente. Los extractos de bayas de *C. nocturnum*, tanto inmaduras como maduras, mostraron una actividad antioxidante y fotoprotectora efectiva en función de la concentración. Estos resultados sugieren su potencial aplicación como ingrediente natural para la protección de la piel frente a daños inducidos por radiación UV.

Chenni et al. (2011), reportó el estudio que evaluó el efecto espermicida del extracto metanólico de hojas de *Cestrum parqui* en espermatozoides humanos, observando viabilidad y motilidad según las pautas de la OMS. La exposición al extracto redujo de manera dependiente de la dosis la viabilidad y motilidad, logrando una pérdida total a 300 µg/ml en 5 minutos. A través de microscopía electrónica de transmisión, se evidenció una condensación de la cromatina a 200 µg/ml sin alterar significativamente la membrana plasmática, mientras que a 300 µg/ml se observó descondensación de la cromatina y daño notable en la membrana. El análisis TUNEL mostró un incremento significativo en el índice de fragmentación del ADN (DFI) con 200 µg/ml tras 17 horas, mientras que a 300 µg/ml el daño en el ADN fue significativo únicamente tras 48 horas. Estos hallazgos se confirmaron mediante electroforesis en gel de ADN. En conclusión, el extracto mostró actividad espermicida a dosis moderadas al inducir apoptosis, mientras que dosis altas provocaron necrosis.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Rodas Salazar (2018) evaluó el efecto analgésico del extracto hidroalcohólico de hojas de *Cestrum auriculatum* Heritier ("Hierba Santa") en ratones con contorciones abdominales inducidas por ácido acético al 0,8% (0,1 mL/10 g de peso corporal, vía intraperitoneal). Se diseñaron siete grupos experimentales: control negativo (solución salina), ácido acético solo, tramadol (40 mg/kg), paracetamol (300 mg/kg) y tres dosis del extracto (50, 100 y 200 mg/kg), administrados por vía oral. El extracto mostró alta solubilidad en agua y etanol, y su análisis químico reveló la presencia de flavonoides, alcaloides y taninos. La dosis de 200 mg/kg tuvo el mayor efecto analgésico, inhibiendo el 70 % de las contorciones, seguido por las dosis de 100 mg/kg (42%) y 50 mg/kg (36%), evidenciando un efecto dosis-dependiente significativo ($p < 0,05$) comparado con el grupo control. Aunque su máxima eficacia fue inferior al tramadol (88 %), superó al paracetamol (50%). Se concluye que el extracto hidroalcohólico de *Cestrum*

auriculatum tiene un efecto analgésico significativo, alcanzando un 70% de inhibición a la dosis de 200 mg/kg en el modelo experimental de contorsiones abdominales en ratones.

Kawano et al. (2009), divulgaron el estudio que tuvo como objetivo determinar los componentes antiinflamatorios y analgésicos de la hierba santa, una medicina tradicional del Perú, que se utiliza para aliviar muchos síntomas, incluidos el dolor de cabeza, las hemorroides, la fiebre y el reumatismo. Se examinaron tres lotes de hierba santa: *Cestrum auriculatum* (hierba 1 y hierba 2) y *C. hediundinum* (hierba 3), que se compraron en los mercados peruanos de Cuzco (zona de los Andes) e Iquitos (zona amazónica), respectivamente, para determinar sus actividades farmacológicas y componentes activos. Las hierbas 1 a 3 mostraron actividades antiinflamatorias y analgésicas en la prueba de inhibición de retorcimiento *in vivo* en ratones e inhibieron las contracciones inducidas por prostaglandina E1, E2 o ACh del íleon de cobayo en el método Magnus. La separación basada en la actividad de cada extracto produjo cestruminas A y B, cestrusidas A y B, una mezcla de (+)- y (-)-glucósidos de pinoresinol, nicotiflorina, rutina, sinapoil glucosa, ácido ursólico, b-sitosteril glucósido y 2-sec-butil-4,6-dihidroxifenil-b-D-glucopiranosido. Entre ellos, la cestrumina A y las cestrusidas A y B son compuestos nuevos. Los tres lotes de hierba santa no contienen exactamente los mismos componentes activos.

Rojas et al. (2003), publicó la investigación que evaluó la actividad antimicrobiana de 36 extractos etanólicos de 24 plantas medicinales peruanas utilizadas tradicionalmente para tratar infecciones e inflamaciones. Se empleó el método de difusión en agar para probar la actividad contra cuatro bacterias (*Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*) y cuatro hongos (*Candida albicans*, *Trichophyton mentagrophytes*, *Microsporum gypseum* y *Sporothrix schenckii*). De los extractos evaluados, las hojas de *Cestrum auriculatum* destacó por su actividad antifúngica selectiva contra *Microsporum gypseum* y *Sporothrix schenckii*, mostrando zonas claras de inhibición significativas. Sin embargo, no presentó actividad contra bacterias. Este resultado apoya su uso tradicional en el tratamiento de infecciones cutáneas y alergias, pero aún no se han identificado los compuestos específicos responsables de esta actividad.

2.1.3. Antecedentes Locales

Huamán Lope (2013), evaluó la actividad cicatrizante del extracto hidroalcohólico de hojas de *Cestrum auriculatum* L. Herit ("hierba santa"). El extracto

obtenido se sometió a tamizaje fitoquímico, identificando flavonoides, lactonas, cumarinas, triterpenos, esteroides, fenoles, taninos, saponinas y alcaloides. Para evaluar la actividad cicatrizante, se utilizó el método tensiométrico y se realizaron cortes longitudinales en ratones *Mus musculus* albinos machos (25-35 g), divididos en cinco grupos: blanco (base), estándar (Dermaclin Plus®) y tres concentraciones del extracto (1,0%, 2,5% y 5,0%). Los volúmenes de tensión promedio fueron 53,5 ml, 62,0 ml y 74,0 ml, respectivamente, observándose que el extracto al 5,0% mostró el mayor efecto cicatrizante, superando tanto al grupo blanco como al estándar, con un 103% de actividad cicatrizante. En conclusión, el extracto hidroalcohólico de *Cestrum auriculatum* posee actividad cicatrizante de manera dosis-dependiente, evidenciando su potencial terapéutico en la regeneración de tejidos.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Género *Cestrum*

Cestrum L., un género destacado dentro de la familia Solanaceae, incluye aproximadamente 300 especies de arbustos perennes con flores, distribuidos principalmente en América tropical y subtropical. A pesar de su relevancia, aún persisten lagunas en la comprensión de su clasificación botánica y filogenia. En diversas regiones como Sudáfrica, Chile, Australia, Argentina y Brasil, especies de este género han sido reportadas como causantes de envenenamiento en ganado, afectando negativamente la producción pecuaria. En Brasil, se han documentado casos de intoxicación en ganado bovino, caprino y búfalo por *Cestrum parqui* L'Hér., *Cestrum corymbosum* Schltdl., *Cestrum axillare* Vell. (sin. *Cestrum laevigatum* Schltdl.), y *Cestrum intermedium* Sendtn. (Lima Bezerra et al., 2023).

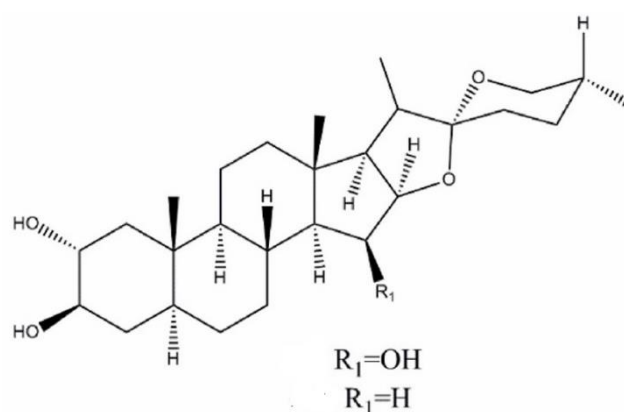
Desde el punto de vista fitoquímico, se han identificado diversas saponinas en especies de *Cestrum*, compuestos químicos con estructura compleja que incluyen glicoalcaloides esteroideos, conocidos por su toxicidad al ser ingeridos. Por ejemplo, el carboxiparquin, aislado de *C. parqui*, ha mostrado causar daño renal y hepático en modelos animales. Estas sustancias podrían estar asociadas con los casos de intoxicación observados en rumiantes (Lima Bezerra et al., 2023).

Diversos compuestos químicos han sido identificados en *Cestrum parqui* y *Cestrum axillare*, en especial en las hojas y tallos, incluyendo saponinas (digitogenina, gitogenina, parquisoside A y B, etc.), glicoalcaloides (solasonina), terpenoides (parquin, carboxiparquina, etc.), compuestos fenólicos (3,5-dimetoxibenzaldehído, 4-hidroxibenzaldehído, ácido 4-hidroxibenzoico, ácido vainílico, ácido siringico, entre

otros), lignanos ((+)-Pinoresinol, (+)-medioresinol, (+)-siringaresinol, etc.) y oxilipinas ((8S,9 R,10 E,12 R,14 Z)-heptadeca-10,14-dieno-1,8,9,12-tetraol, (8S,9 R,10 E,12 R,14 Z)-heptadeca-10,14-dieno-1,8,9,12-tetraol, (9S, 10R, 11E, 13R, 15Z)-ácido 9,10,13-trihidroxi octadeca-11,15-dienoico y metilo (9S, 10R, 11E, 13R, 15Z)-9,10,13-trihidroxi octadeca-11,15-dienoato, entre otros). Entre ellos, destacan las saponinas y los terpenoides, que podrían estar relacionados con su toxicidad. En *Cestrum intermedium*, solo se ha identificado el palmitato de lupeol, un triterpenoide, mientras que no se han realizado estudios sobre los constituyentes químicos de *Cestrum corymbosum* (Lima Bezerra et al., 2023). Particularmente, en las bayas verdes de *Cestrum axilar* y *Cestrum parqui* se han identificado la presencia de digitogenina y gitogenina (Lima Bezerra et al., 2023).

Figura 1

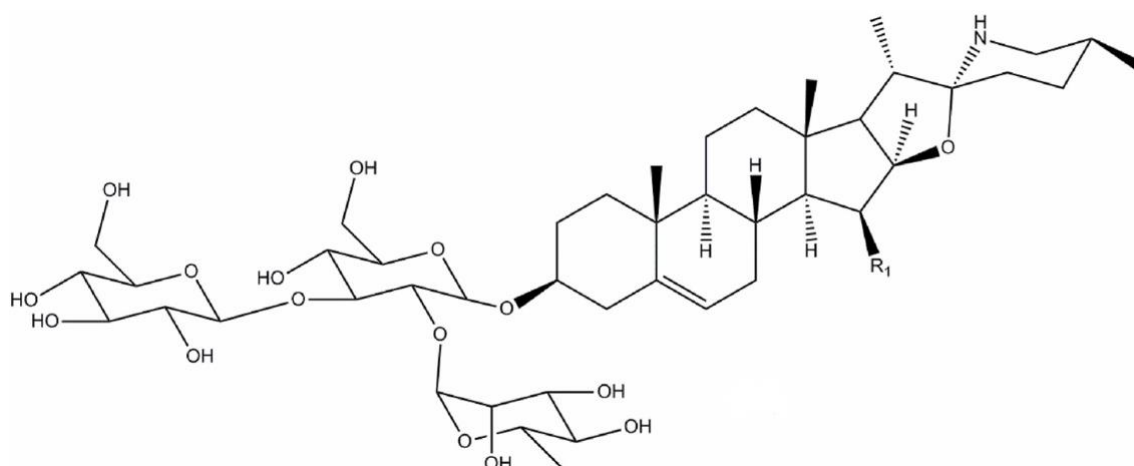
Saponinas identificadas en especies del género Cestrum



Nota. $R_1 = \text{OH}$: digitogenina. $R_1 = \text{H}$: gitogenina (Lima Bezerra et al., 2023).

Figura 2

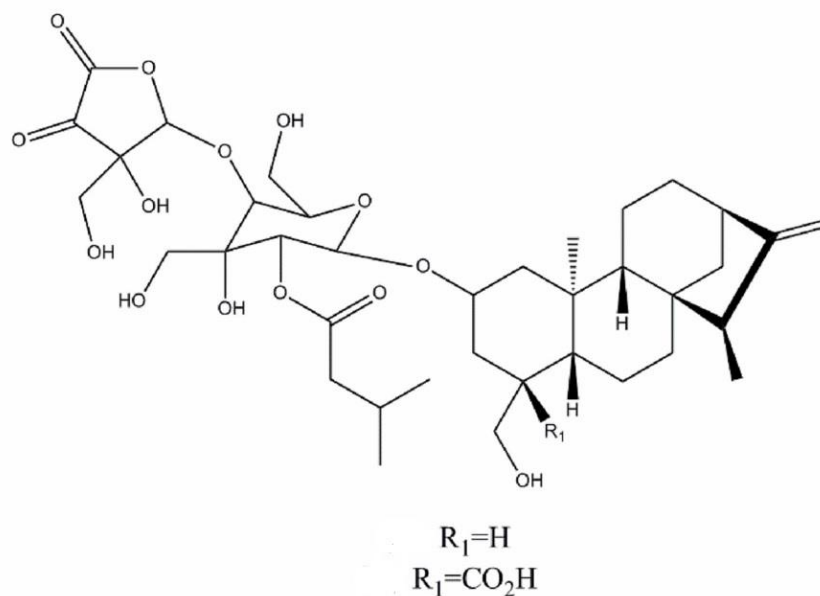
Glicoalcaloide identificado en especies del género Cestrum



Nota. Solasonina (Lima Bezerra et al., 2023).

Figura 3

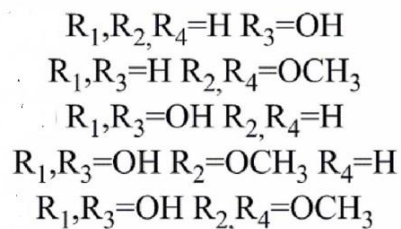
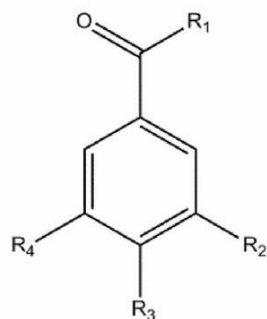
Terpenoides identificados en especies del género Cestrum



Nota. $R_1 = H$: parquin. $R_1 = CO_2H$: carboxiparquina (Lima Bezerra et al., 2023).

Figura 4

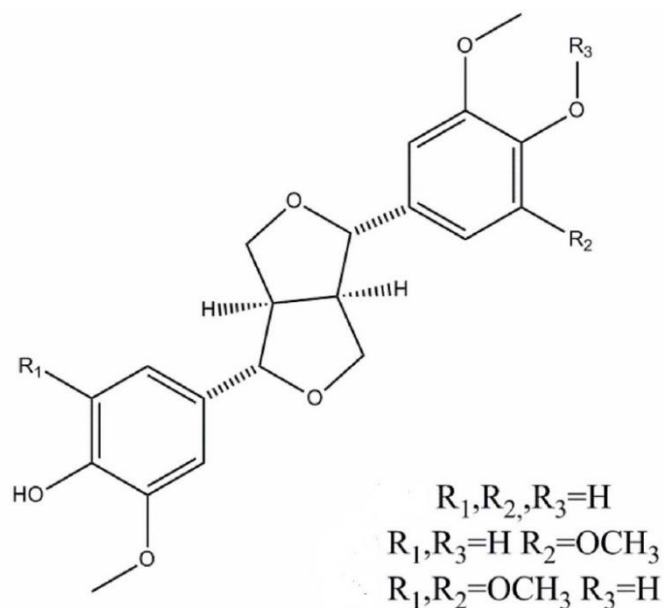
Compuestos fenólicos identificados en especies del género Cestrum



Nota. $R_1, R_2, R_4 = H$, $R_3 = OH$: 3,5-dimetoxibenzaldehído. $R_1, R_3 = H$, $R_2, R_4 = OCH_3$: 4-hidroxibenzaldehído. $R_1, R_3 = OH$, $R_2, R_4 = H$: ácido 4-hidroxibenzoico. $R_1, R_3 = OH$, $R_2 = OCH_3$, $R_4 = H$: ácido vainílico. $R_1, R_3 = OH$, $R_2, R_4 = OCH_3$: ácido siríngico (Lima Bezerra et al., 2023).

Figura 5

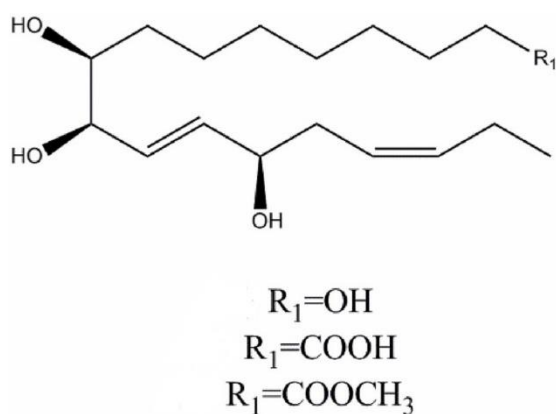
Lignanos identificados en especies del género Cestrum



Nota. $R_1, R_2, R_3 = H$: (+)-Pinoresinol. $R_1, R_3 = H, R_2 = OCH_3$: (+)-medioresinol. $R_1, R_2 = OCH_3, R_3 = H$: (+)-siringaresinol (Lima Bezerra et al., 2023).

Figura 6

Oxilipinas identificadas en especies del género Cestrum



Nota. $R_1 = OH$: (8S,9 R,10 E,12 R,14 Z)-heptadeca-10,14-dieno-1,8,9,12-tetraol. $R_1 = COOH$: (8S,9 R,10 E,12 R,14 Z)-heptadeca-10,14-dieno-1,8,9,12-tetraol, (9S, 10R, 11E, 13R, 15Z)-ácido 9,10,13-trihidroxi octadeca-11,15-dienoico. $R_1 = COOCH_3$: metilo (9S, 10R, 11E, 13R, 15Z)-9,10,13-trihidroxi octadeca-11,15-dienoato (Lima Bezerra et al., 2023).

La digitogenina es una sapogenina esteroidal (Figura 1) derivada de la hidrólisis de la digitonina, una saponina presente en plantas del género *Digitalis*, especialmente

en *Digitalis purpurea*. La digitogenina es un espirostano esteroideo con una estructura de cinco anillos. Aunque la digitogenina en sí misma no posee efectos biológicos directos ampliamente documentados, su derivado, la digitonina, se utiliza en bioquímica celular debido a su capacidad para solubilizar lípidos, especialmente en membranas celulares. Respecto a la digitonina, este compuesto tiene una amplia aplicación en investigaciones bioquímicas y biológicas debido a sus propiedades químicas únicas y es reconocida por su capacidad para interactuar con esteroides, especialmente colesterol, formando complejos insolubles (Pitha y Szente, 1984).

La digitonina se utiliza para solubilizar proteínas de membrana al interactuar con lípidos, preservando la integridad funcional de las proteínas. Su capacidad para formar complejos específicos con el colesterol permite su uso en técnicas de cuantificación de esteroides. En concentraciones adecuadas, la digitonina se utiliza para permeabilizar membranas plasmáticas sin afectar orgánulos intracelulares, siendo útil en estudios bioquímicos y farmacológicos. Aunque se utiliza en estudios científicos, la digitonina puede ser tóxica en altas concentraciones, afectando la funcionalidad celular. Ha sido empleada en investigaciones relacionadas con el transporte intracelular, la señalización celular y la dinámica de membranas (Pitha y Szente, 1984).

La gitogenina es un compuesto esteroideo del tipo espirostano, clasificado como una sapogenina derivada de las saponinas, sustancias naturales presentes en diversas plantas (Figura 1). Este compuesto se caracteriza por su estructura química basada en un núcleo de espirostano con cinco anillos distintivos. Se encuentra predominantemente en plantas de la familia Dioscoreaceae, como el género *Dioscorea* y en algunas especies de agave. Diversos estudios han demostrado que la gitogenina y sus derivados poseen actividad antimicrobiana contra ciertas bacterias y hongos en ensayos in vitro. Además, investigaciones preliminares sugieren que podría tener propiedades antiinflamatorias, aunque los mecanismos de acción aún no se comprenden completamente. También ha sido evaluada por su posible efecto citotóxico en líneas celulares de cáncer, mostrando actividad en determinados casos. En el ámbito industrial, la gitogenina desempeña un papel fundamental como materia prima para la síntesis de esteroides, incluidos los corticoides y las hormonas sexuales, lo que resalta su importancia en aplicaciones farmacéuticas (Hostettmann et al., 2000; Sautour et al., 2007).

Se ha reportado la presencia de antocianinas en frutos de *Cestrum hediondum* “hierba santa” (Juárez Montiel et al., 2013), sin embargo, no se conoce hasta el

momento la clase de antocianinas que son, al no haberse realizados estudios estructurales para la identificación de las agliconas que la conforman.

2.2.2. *Cestrum conglomeratum*

2.2.2.1. Identificación Taxonómica. *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav. fue publicado por primera vez en Fl. Peruv. 2: 29 en 1799 (Royal Botanical Gardens Kew). En este estudio ha sido estudiada y clasificada en el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Anexo 1), como *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav. y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016):

- Reino : Plantae
- División : Angiospermas
- Orden : Solanales Juss. ex Bercht. & J. Presl.
- Familia : Solanaceae Juss.
- Subfamilia : Solanaceae
- Género : *Cestrum* L.
- Especie : *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav. (Ruiz y Pavón, 1799).

Asimismo, esta especie tiene sinónimos heterotípicos, tales como, *Cestrum bolivianum*, *Cestrum conglomeratum* var. *kunthii* Dunal, *Cestrum conglomeratum* var. *simulans* y *Cestrum ellipticum* (Royal Botanical Gardens Kew).

Figura 7

Fotografías de Cestrum conglomeratum procedentes del Bosque de Osqohuilla



Nota. Colección fotográfica de Marco R. Aronés Jara. Centro de Desarrollo, Análisis y Control de Calidad de Medicamentos y Fitomedicamentos. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

2.2.2.2. Características Principales. *Cestrum conglomeratum* (Figura 7) es un arbusto o árbol pequeño, glabro y brillante, con un porte erecto y muy ramificado (POWO, 2025). Los tallos son teretes y lisos, mientras que las hojas son alternadas, pecioladas, lanceoladas, agudas, enteras y presentan nervaduras visibles (Ruiz y Pavón, 1799). Las flores, características de esta especie, son numerosas, axilares y están dispuestas en grupos triglómeros. Son sésiles y están acompañadas por brácteas lineales y pubescentes. El cáliz es peludo, con ápice púrpura, y la corola es amarilla con tonos carmesí en la parte externa. Los estigmas son cóncavos y los filamentos carecen de dientes (Ruiz y Pavón, 1799).

Los frutos son bayas pequeñas, globosas u ovoideas, generalmente de color negro o violáceo oscuro al madurar. Miden aproximadamente entre 5 y 10 mm de diámetro, y contienen varias semillas pequeñas rodeadas por una fina pulpa (Ruiz y Pavón, 1799).

2.2.2.3. Distribución. *Cestrum conglomeratum*, conocido vulgarmente como “hierba santa”, es una especie cuya área de distribución nativa es el oeste de Sudamérica. Es un arbusto o árbol y crece principalmente en el bioma tropical húmedo (Royal Botanical Gardens Kew). Es una especie nativa de regiones tropicales y subtropicales de América, con registros en países como Perú y México. En Perú, se ha documentado su presencia en departamentos como Ayacucho, Junín y Cusco (GBI.org, 2023); Asimismo, se ha reportado en Huánuco, Amazonas y Cajamarca (Field Museum, 2024). En México, se encuentra en estados como Oaxaca y Veracruz (GBI.org, 2023). *Cestrum conglomeratum* se menciona específicamente como una de las especies registradas en Colombia, de los cuáles el género incluye 49 especies en este país, de las cuales 15 son endémicas (Kumar y Kumar Singh, 2024). También ha sido reportado en Bolivia a 3000 m sobre el nivel del mar (Rodríguez Rodríguez et al., 2020).

Esta especie es nativa del oeste de América del Sur, encontrándose principalmente en Perú, Bolivia y Colombia (POWO, 2025). Dentro de Perú, habita en áreas elevadas y frías, especialmente en Huánuco, Puno y la región del tramo de Tambillo. Prefiere hábitats tropicales húmedos en zonas montañosas abruptas y florece en los meses de junio y julio (POWO, 2025; Ruiz y Pavón, 1799).

2.2.2.4. Clasificación Según su Estatus. Según la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN, *Cestrum conglomeratum* tiene el estatus de Preocupación Menor (LC), lo que indica que actualmente no enfrenta un riesgo significativo de extinción (UICN, 2025).

2.2.2.4. Usos Tradicionales. La información disponible no detalla usos tradicionales específicos de *Cestrum conglomeratum*. Sin embargo, es importante mencionar que algunas especies del género *Cestrum* son conocidas por sus propiedades medicinales en diversas culturas, aunque también pueden contener compuestos tóxicos (Field Museum, 2024; Lima Bezerra et al., 2023). Por ejemplo, *Cestrum auriculatum* L'Héritier, conocida como “hierba santa”, “hierba hedionda”, “yerba santa”, “hierba de la virgen”, “chamo” o “tundio” es una especie nativa de Perú cuyas hojas y tallos son usados en la medicina popular como febrífuga, astringente, antihemorroidal. Las hojas en infusión se utilizan en baños como refrigerante, para tratar erupciones en el cuero cabelludo, combatir la caspa y realizar lavados de heridas (Mostacero León et al., 2011).

2.2.3. Prospección Química y Biológica de Especies Vegetales

La prospección química, como herramienta de investigación, desempeña un papel fundamental en el estudio de la diversidad vegetal y la identificación de compuestos bioactivos con potencial terapéutico. En un país con una rica historia de conocimiento sobre el uso tradicional de plantas medicinales, la prospección química ha permitido explorar especies vegetales destacadas por su potencial medicinal y sus aplicaciones industriales. Estas investigaciones son esenciales para el desarrollo de nuevos medicamentos dirigidos a patologías que actualmente carecen de terapias efectivas (Matos et al., 2024; Rivas-Morales et al., 2016). Además, se ha demostrado que la evaluación del contenido antioxidante de las plantas puede ser fuente de compuestos químicos que ayuden a reducir la incidencia de enfermedades crónicas al mitigar el estrés oxidativo en las células. De igual manera, la presencia de compuestos fenólicos y otros metabolitos secundarios, como los flavonoides y taninos, refuerza la importancia de las propiedades anticancerígenas y antimutagénicas de las especies vegetales. Así, la prospección química no solo contribuye al conocimiento científico, sino que también impulsa el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad para la salud y la industria (Matos et al., 2024; Rivas-Morales et al., 2016).

2.2.4. Antocianinas

Las antocianinas son pigmentos hidrosolubles cuyo rango de color abarca desde el rojo intenso al azul y son sintetizadas por las plantas como mecanismo de defensa,

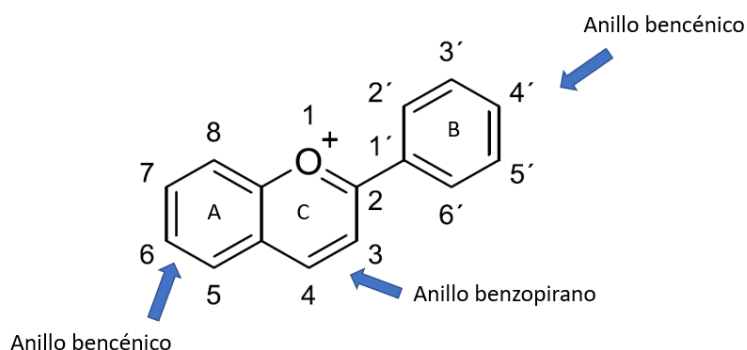
protección y comunicación con otras especies, debido a ello tienen un amplio rango de actividad bioactiva: antioxidante, antimicrobiana, antiinflamatoria, anticancerígena (Enaru et al., 2021; Husain et al., 2022).

Químicamente son compuestos polifenólicos del tipo de los flavonoides, biosintetizados a través de la ruta de los fenilpropanos (Mattioli et al., 2020).

Las antocianinas son glicósidos de antocianidinas (aglicona) y residuos de azúcares. Las antocianidinas se caracterizan por presentar un esqueleto central de ión flavilio (2-phenylbenzopyrylium), siendo este ion la estructura central de las antocianidinas responsable de la coloración. El ion flavilio es una estructura C6-C3-C6, que presenta 2 anillos bencénicos y un anillo heterocíclico de benzopirano (anillo pirilium con carga positiva), los diferentes tipos de antocianidinas se forman por sustitución en el esqueleto del ion flavilio (Husain et al., 2022; Mattioli et al., 2020; Sadowska-Bartosz y Bartosz, 2024).

Figura 8

Estructura del ión flavilo



Fuente: elaboración propia

Se han identificado alrededor de 31 antocianidinas en la naturaleza de las cuales 6 son las más características: cianidina, delphinidina, pelargonidina, malvidina, peonidina y petunidina

Tabla 1

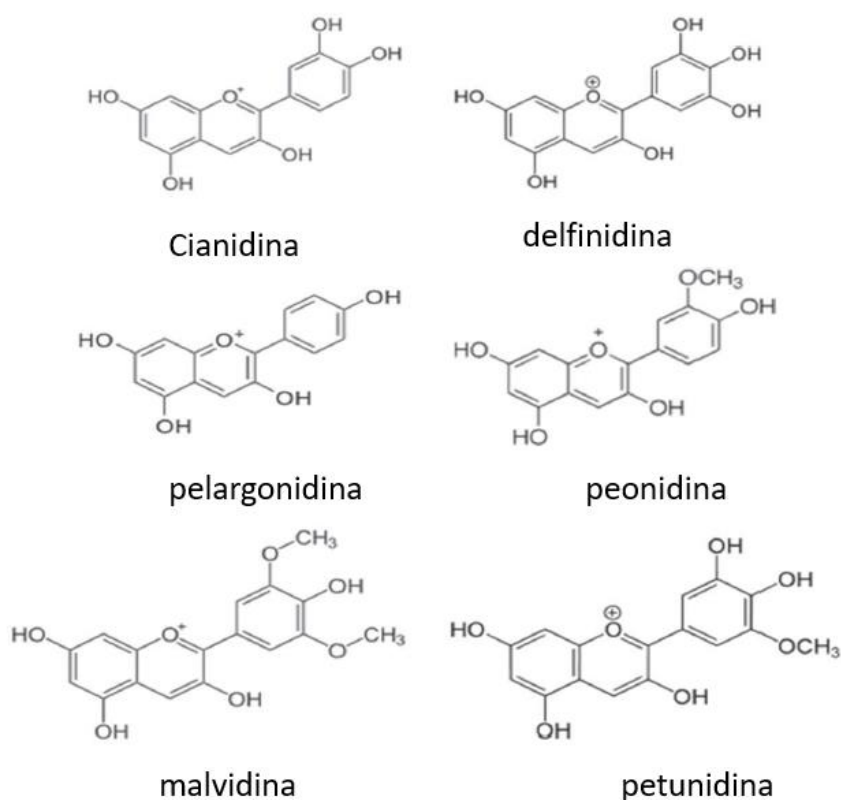
Sustituyentes de la estructura del ion flavilio de las principales antocianianidinas (Sadowska-Bartosz y Bartosz, 2024).

Antocianidina	Color	R(C3)	R(C5)	R(C6)	R(C7)	R(C4')	R(C5')
Cianidina	Magenta	OH	OH	H	OH	OH	H
Delfinidina	Púrpura/Azul	OH	OH	H	OH	OH	OH
Pelargonidina	Rojo	OH	OH	H	OH	H	H
Malvidina	Púrpura	OH	OH	H	OH	OCH ₃	OCH ₃
Peonidina	Magenta	OH	OH	H	OH	OCH ₃	H
Petunidina	Púrpura	OH	OH	H	OH	OCH ₃	OH

Estas agliconas (antocianidinas), por tanto se agrupan de acuerdo a la estructura de sus sustituyentes en 3-hidroxiantocianidinas, 3-deoxiantocianidinas y antocianidinas O-metiladas (Hock Eng Khoo et al., 2017).

Figura 9

Principales antocianidinas en plantas (Hock Eng Khoo et al., 2017).



Las antocianinas son glucósidos de las antocianidinas y residuos de azúcares (glucosa, galactosa, ramnosa, arabinosa, xilosa) unidos por enlaces α o β glicosídicos

principalmente en la posición C3 del ion flavilio, esta glicosilación incrementa su estabilidad y solubilidad (Husain et al., 2022).

Los cerca de 700 tipos de antocianinas identificadas en la naturaleza provienen de 6 antocianidinas principalmente (cianidina, delfinidina, petunidina, peonidina, malvidina, pelargonidina) (Enaru et al., 2021; Husain et al., 2022).

La aglicona delfinidina es un pigmento de color magenta, es una antocianidina hidroxilada que se encuentra presente en arándanos, mora azul, grosella, uva, hibisco y vino y presenta actividad anticancerígena, antioxidante, antiinflamatoria, neuroprotectora e inhibidor del virus de la hepatitis B (Husain et al., 2022).

Por otro lado, la petunidina es una antocianinidina metilada, un pigmento hidrosoluble de color rojo oscuro a morado que se encuentra en los frutos de la grosella negra y en flores (Hock Eng Khoo et al., 2017).

2.3. Marco Conceptual

- a. **Prospección Química:** Exploración sistemática para identificar y caracterizar metabolitos secundarios en organismos naturales con potencial aplicación medicinal, biotecnológica e industrial (Matos et al., 2024).
- b. **Prospección Biológica:** Evaluación experimental de la actividad bioactiva de compuestos naturales en sistemas biológicos (Matos et al., 2024).
- c. **Perfil químico:** Conjunto de compuestos químicos identificados en una muestra mediante técnicas analíticas específicas (Rivas-Morales et al., 2016).
- d. **LC-MS/MS:** Técnica de cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas en tándem para analizar compuestos químicos (Rivas-Morales et al., 2016).
- e. **Actividad Antioxidante *in vitro*:** Capacidad de un compuesto o extracto para neutralizar radicales libres en condiciones controladas de laboratorio (Rivas-Morales et al., 2016).
- f. **Actividad Antibacteriana:** Efecto inhibitorio o destructivo de un compuesto o extracto sobre el crecimiento de bacterias (Rivas-Morales et al., 2016).
- g. **Toxicidad Preliminar:** Evaluación inicial del efecto nocivo de un compuesto o extracto en un modelo biológico (Sánchez y Neira, 2005).
- h. **Fenoles Totales:** Cantidad total de compuestos fenólicos en una muestra, típicamente expresada en equivalentes de ácido gálico (Brand-Williams et al., 1995).

- i. **Antocianinas:** Pigmentos flavonoides responsables de colores rojo, azul y púrpura en plantas, con propiedades antioxidantes y bioactivas (Del Carpio Jimenez y Serrano Flores, Carlos, Giusti, Mónica, 2009).

2.4. Marco Ético y Legal

En el desarrollo del estudio sobre *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav., es fundamental considerar aspectos éticos y legales que garanticen una investigación responsable y respetuosa con el entorno y las comunidades involucradas.

Desde el punto de vista ético, es esencial obtener el consentimiento informado de las comunidades locales si estas participan en el proceso de recolección o en la documentación de conocimientos tradicionales relacionados con la especie. Este consentimiento debe asegurar que las comunidades comprendan plenamente el propósito y los alcances del estudio, respetando y valorando su conocimiento ancestral sobre el uso de la planta. Asimismo, cualquier beneficio derivado del estudio, como avances científicos o desarrollos industriales, debe ser compartido equitativamente con estas comunidades, promoviendo su participación y justa en los resultados del proyecto.

Desde un enfoque legal, el estudio debe adherirse a las normativas nacionales e internacionales aplicables. En Perú, es obligatorio cumplir con la Ley N° 27811, que regula el acceso y protección de los conocimientos tradicionales asociados a recursos biológicos, garantizando el reconocimiento y la retribución justa a las comunidades indígenas. Además, la recolección de recursos vegetales debe contar con los permisos correspondientes emitidos por entidades como el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR).

Si el estudio involucra el uso de recursos genéticos, es necesario gestionar un contrato de acceso en cumplimiento con el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y las normativas peruanas relacionadas. Asimismo, los resultados obtenidos, como el descubrimiento de compuestos bioactivos, deben manejarse respetando los derechos de propiedad intelectual y asegurando que las contribuciones de las comunidades locales sean reconocidas adecuadamente. La aplicación de estas consideraciones éticas y legales no sólo garantiza el cumplimiento de las normativas vigentes, sino que también promueve una investigación sostenible y respetuosa con la biodiversidad y las tradiciones culturales asociadas al uso de *Cestrum conglomeratum*.

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis General

Los frutos de *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav., presentan metabolitos secundarios con potencial antibacteriano, antioxidante y moderada toxicidad *in vitro*.

2.5.2 Hipótesis Nula

Los frutos de *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav., presentan metabolitos secundarios sin potencial antibacteriano, antioxidante y sin moderada toxicidad *in vitro*.

2.5.3. Hipótesis Específicas

- Los frutos de *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav., contienen compuestos fenólicos, antocianinas, saponinas y alcaloides.
- La actividad antioxidante *in vitro* de los frutos de *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav. es directamente proporcional al contenido de compuestos fenólicos presentes.
- Los frutos de *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav., presentan actividad antibacteriana frente a bacterias Gram⁺ y Gram⁻.
- Los frutos de *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav. presentan toxicidad moderada frente a nauplios de *Artemia salina*.

2.5.4. Hipótesis Estadística

$$H_0: r_{xy} = 0$$

Donde “r” es el coeficiente de correlación de Pearson; “y” es la actividad antioxidante y “x” es la concentración de compuestos fenólicos.

$$H_0: r_{xz} = 0$$

Donde “r” es el coeficiente de correlación de Pearson; “z” es la toxicidad y “x” es la concentración del extracto.

$$H_0: HI < 7 \text{ mm}$$

Donde HI es el halo de inhibición.

2.6. Identificación de Variables

- Variable independiente: Composición química de los frutos de *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav.: Metabolitos secundarios y contenido de compuestos fenólicos.
- Variable dependiente: Actividad biológica (antioxidante, antibacteriana y toxicidad *in vitro*).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Alcance de Investigación

El alcance de la investigación es descriptivo-exploratorio en cuanto a la identificación de los metabolitos secundarios presentes en la planta y es explicativo en cuanto a la determinación de la actividad antioxidante, antibacteriana y toxicidad *in vitro* (Hernández Sampieri y Mendoza Torres, 2018).

3.2. Diseño de Investigación

El diseño de investigación es transeccional descriptivo para la identificación de compuestos químicos y experimental para la determinación de la actividad antioxidante, antibacteriana y toxicidad *in vitro* (Hernández Sampieri y Mendoza Torres, 2018).

Figura 10

Esquema del diseño transeccional descriptivo

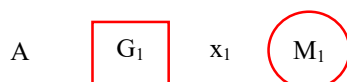


Nota: “x” es la variable compuestos químicos presentes en los frutos.

La evaluación de su actividad antibacteriana presenta un diseño experimental de tipo preexperimental con posprueba únicamente (Hernández Sampieri y Mendoza Torres, 2018).

Figura 11

Esquema del diseño preexperimental con posprueba únicamente

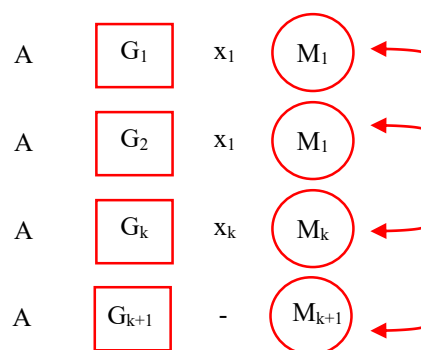


Nota: A es la asignación al azar; G es el grupo de bacterias. x es el tratamiento (extractos). M es la respuesta (halo de inhibición).

Mientras que la evaluación de la actividad antioxidante *in vitro* tiene un diseño experimental puro con posprueba únicamente y grupo control (Hernández Sampieri y Mendoza Torres, 2018).

Figura 12

Esquema del diseño experimental puro con posprueba únicamente y grupo control



Nota: A es la asignación al azar. G es el grupo de soluciones del radical libre. x es el tratamiento (concentración de extracto). M es la medición (absorbancia). – es el control (solución de radical libre). n es el grado de manipulación de la variable independiente (concentración de extracto). es la comparación de las mediciones.

La evaluación de la toxicidad *in vitro* sigue un diseño experimental puro con posprueba únicamente.

3.3. Unidad de Análisis

Los frutos de *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav.

3.4. Población de Estudio

Los frutos de *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav. recolectados del Bosque de Osqohuillca, ubicado en el distrito de Quinua del departamento de Ayacucho.

3.5. Muestra y Tamaño de Muestra

250 g de frutos de *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav. recolectados del Bosque de Osqohuillca, ubicado en el distrito de Quinua del departamento de Ayacucho.

3.6. Criterios de Selección

3.6.1. Criterios de Inclusión

Se incluyen frutos maduros.

3.6.2. Criterios de Exclusión

Se excluyeron frutos, ya sean verdes o secos, así como aquellos que presentaron signos de daño.

3.7. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

La técnica de recolección de datos fueron la observación y los instrumentos de recolección de datos fueron el cromatógrafo líquido de alta performance con detector DAD para la identificación de compuestos químicos, el espectrofotómetro UV-VIS para

la cuantificación de compuestos fenólicos y el vernier para medir los halos de inhibición.

3.7.1. Procedimiento para la Recolección de Datos

3.7.1.1. Material Botánico. Los frutos de *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav. fueron recolectados del Bosque de Osqohuillca, ubicado en el distrito de Quinua, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho en Perú (latitud sur: 13°3'2"; longitud oeste: 74°6'2" y altitud de 3608 msnm). La identificación taxonómica se realizó en el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos en Perú, con constancia de identificación N° 351-USM-MHN-2024.

Se cuantificó el contenido de humedad y cenizas en el material fresco y luego se procedió al secado en un ambiente ventilado a temperatura ambiente hasta obtener un secado uniforme. Los frutos secos se molieron en un molinillo de cuchillas hasta obtener un polvo fino de 180 µm de tamaño, que fueron conservados en frasco de vidrio ámbar hasta su análisis (Sharapin, 2000).

3.7.1.3. Obtención del Extracto de Antocianinas. La extracción de antocianinas se obtuvo a partir de 50 g de frutos secos y pulverizados, usando como solvente 500 mL de etanol de 96% acidificado con HCl (c) hasta pH 2,5. La extracción se realizó por maceración por 12 horas. Luego, el extracto fue filtrado a través de papel filtro Whatman N° 01 en un embudo Buchner y el filtrado se concentró en un rotavapor a 55°C, obteniéndose así el extracto de antocianinas (Brown et al., 2003; GIUSTI y WROLSTAD, 1996).

El extracto de antocianinas se purificó con polivinilpolipirrolidona (PVPP) en polvo utilizando un sistema de filtración al vacío (embudo Buchner, matraz de Kitasato y bomba de vacío). Para ello se colocó un papel filtro en el embudo de buchner y sobre el cual se adicionó PVPP (1 cm de alto) que fue empapado con agua acidificada y se filtró. Seguidamente el PVPP fue empapado con etanol al 70% acidificado y nuevamente se filtró, formando una cama de PVPP. Se repitió el procedimiento con agua acidificada. Luego se adicionó 30 ml extracto concentrado de antocianinas y se procedió a filtrar. Se siguió lavando con etanol al 70% acidificado hasta obtener aproximadamente 500 mL de filtrado. El filtrado se concentró en un rotavapor a 55 °C, obteniéndose de esta manera el extracto de antocianinas purificado. Una porción del extracto fue secada mediante secado por atomización para obtener el extracto seco de antocianinas purificado con PVPP.

El restante se utilizó para ser purificado. La concentración y eliminación de impurezas del extracto de antocianinas purificado con PVPP se realizó con cartuchos C18 en un sistema de Extracción en Fase Sólida (SPE) al vacío. Primero se acondicionó 5 ml de agua acidificada al cartucho C18 y se succionó, seguidamente etanol acidificado y nuevamente con agua acidificada. Luego se adicionó 5 ml de extracto de antocianinas purificado con PVPP al cartucho C18 y se filtró al vacío, Seguidamente las antocianinas retenidas en el cartucho C18 fueron recuperadas adicionando alcohol acidulado al cartucho C18, que ha continuación se filtró. Este proceso se realizó por varias veces. Los filtrados se reunieron y se concentraron en un rotavapor a 55 °C.

3.7.1.4. Identificación de Antocianinas. El perfil de antocianinas del extracto de *Cestrum conglomeratum* fue analizado mediante cromatografía líquida de ultra alta resolución acoplada a detector de arreglo de diodos (UHPLC-DAD). Se pesaron 0,3 g del extracto seco y se disolvieron en 10 mL de metanol al 10% acidificado con ácido fórmico al 0,1%. La solución fue sometida a sonicación durante 20 minutos a temperatura ambiente y luego filtrada con un filtro de jeringa de nylon de 0,22 µm.

El análisis cromatográfico se llevó a cabo en un sistema UHPLC-DAD-CAD Ultimate 3000 (Thermo Scientific) equipado con una columna Phenomenex C18 (150 mm × 4,6 mm × 5 µm). La separación de los compuestos se realizó mediante un gradiente de elución utilizando como fase móvil A ácido fórmico al 2% y como fase móvil B acetonitrilo al 100%, con un flujo de 1 ml/min durante un tiempo total de corrida de 20 minutos. La temperatura de la columna se mantuvo constante a 40 °C. Se inyectaron 15 µl de muestra por corrida.

La detección se realizó con un detector de arreglo de diodos (DAD), registrando la absorbancia a 520 nm, longitud de onda característica para las antocianinas. La identificación de los compuestos se basó en el tiempo de retención y el espectro UV-Vis.

3.7.1.4. Cuantificación de Fenoles Totales. Se pesó aproximadamente 2 mg del extracto y disolvió con metanol cantidad suficiente para 5 ml. De esta solución se transfirió 300 µl a un tubo de reacción y se mezcló con 1500 µl de una solución de Folin (1:10) y 1200 µl de carbonato de sodio al 7,5%. La mezcla de la reacción se dejó reposar por 30 minutos, luego del cual se procedió a medir su absorbancia a 765 nm, utilizando como blanco metanol. La cuantificación se realizó por triplicado (Rivas-Morales et al., 2016).

El contenido de fenoles totales se calculó a partir de una curva de calibración de ácido gálico, procesado en iguales condiciones que el extracto, y se expresó como miligramos equivalentes a ácido gálico por gramo de extracto (mg GAE/g).

3.7.1.5. Cuantificación de Antocianinas. Se pesó aproximadamente 50 mg de extracto y se disolvió en agua acidulada cantidad suficiente para 5 ml. De esta solución se transfirió 500 µl a dos matraces volumétricos de 5 ml. A uno de estos se adicionó 4,5 ml de buffer pH 1,0 y al otro 4,5 ml de buffer pH 4,5 y se completó a volumen. Seguidamente se midió las absorbancias de cada solución a 520 y 700 nm utilizando como blanco solución buffer a su respectivo valor de pH. La cuantificación se realizó por triplicado (Del Carpio Jimenez y Serrano Flores, Carlos, Giusti, Mónica, 2009).

Los cálculos se realizaron usando la Ecuación 1 y 2:

$$*A = (A_{\text{vis-máx}} - A_{700})_{\text{pH } 1,0} - (A_{\text{vis-máx}} - A_{700})_{\text{pH } 4,5}$$

Ecuación 1

$$\text{Antocianinas (p/p)} = (*A \times \text{MW} \times \text{FD} \times V \times W_t) / (\epsilon \times l)$$

Ecuación 2

Donde *A: absorbancia de la muestra; MW: peso molecular de la cianidina-3-glicósido (449,6 g/l); DF: factor de dilución; V: volumen final; W_t : peso de la muestra (mg); ϵ : absortividad molar de la cianidina-3-glicósido (26900 l.cm⁻¹.mg⁻¹); l: es el ancho de la cubeta.

3.7.1.6. Determinación de la actividad antioxidante. Se utilizó el método de secuestro del radical libre con 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl propuesto por Brand-Williams et al. (1995) descrito por (Sousa et al.) (2007). Para la determinación de la actividad antioxidante se preparó soluciones de 25 a 100 µg/ml del extracto. Para la reacción, se midió alícuotas de 300 µl de cada solución y se adicionó 2,7 ml de solución de DPPH en metanol (40 µg/ml). Transcurrido 30 minutos se midió la absorbancia a 515 nm, calibrando el espectrofotómetro con una solución de cada dilución de cada extracto y 2,7 mL de DPPH. La actividad antioxidante se expresó en porcentaje según la Ecuación 3:

$$\text{AA(\%)} = [(A_c - (A_m - A_b)) / (A_c)] \times 100$$

Ecuación 3

Donde A_c : absorbancia del control (300 µl de metanol más 2,7 ml de DPPH); A_m : absorbancia del extracto (300 µl de extracto más 2,7 ml de DPPH) y A_b : absorbancia del blanco (2,7 ml de metanol).

La actividad antioxidante también se reportó como la concentración antioxidante eficiente (CE50), que se determinó midiendo la concentración remanente de DPPH a partir de una curva estándar de DPPH en metanol de 1 a 40 µg/ml ($y = 0,028x + -0,00949$; $R^2 = 0,9987$). La CE50 se calculó a partir de la ecuación de la variación del porcentaje de DPPH remanente en función de la concentración del extracto usando el software OriginPro 8.

El porcentaje de actividad antioxidante se comparó con la actividad antioxidante del Trolox determinado a las mismas condiciones que el extracto.

3.7.1.7. Determinación de la actividad antibacteriana. Se utilizó el método modificado de pozos en agar frente a inóculos bacterianos de *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Escherichia coli* (ATCC 8739), *Bacillus spizizenii* (ATCC 6633), *Salmonella typhimurium* (ATCC 14028) y *Pseudomona aeruginosa* (ATCC 9027), los cuales se activaron mediante una siembra en placas con Agar Tripticasa Soja, incubadas durante 18 a 24 horas. Para el ensayo, se suspendió una colonia bacteriana en 10 ml de solución salina estéril hasta alcanzar una turbidez de 0,5 en la escala de McFarland. Seguidamente, se inoculó 100 µl de esta suspensión en 25 ml de agar Mueller-Hinton a 40 °C, en placas Petri, y se dejó solidificar. Posteriormente, se realizó pozos de 6 mm de diámetro con un sacabocado estéril, en los cuales se inoculó 100 µl de la muestra a evaluar. Las placas se incubaron durante 24 horas a una temperatura de 35-37 °C y, finalmente, se midió los halos de inhibición (Chalad et al., 2018).

3.7.1.8. Bioensayo de toxicidad preliminar con *Artemia Salina*. La toxicidad preliminar del extracto se evaluó utilizando larvas del crustáceo *A. salina*. Para ello, se colocó 50 mg de quistes de *Artemia salina* en un matraz Erlenmeyer con 350 ml de agua de mar preparada con una concentración de 3,8 g/100 ml. Los quistes se incubaron durante 24 horas a una temperatura ambiente de 20-25°C, con iluminación artificial y suministro de oxígeno mediante burbujeo lento (Mayorga et al., 2010; Sánchez y Neira, 2005).

Se preparó una solución madre del extracto con una concentración de 10,000 ppm, disolviendo 20 mg del extracto en 0,5 ml de dimetilsulfóxido (DMSO) y 1,5 ml de agua destilada. A partir de esta solución, se prepararon diluciones a concentraciones de 1000, 500, 100 y 10 ppm, mediante la dilución de 500, 250, 50 y 5 µl de la solución inicial en agua de mar, ajustando cada mezcla a un volumen final de 5 ml. En cada dilución se colocaron 10 nauplios de *Artemia salina* en cuatro viales, por triplicado, y se agregó una gota de suspensión de levadura preparada con 3 mg de levadura seca en

5 ml de agua de mar como alimento. Después de 24 horas, se contabilizó el número de nauplios sobrevivientes en cada dilución y se calculó la concentración letal media (CL50) utilizando el método de Probits (Mayorga et al., 2010; Sánchez y Neira, 2005).

3.8. Análisis de Datos

Para evaluar el contenido de compuestos fenólicos, la actividad antibacteriana y la concentración letal, se calculó la media y su correspondiente error estándar. En el caso de la actividad antioxidante, se empleó un análisis de varianza (ANOVA). Antes de realizar este análisis, se verificó los supuestos de asimetría y homogeneidad de varianza utilizando la prueba de Levene. Posteriormente, se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey. Todas las pruebas se realizaron con un nivel de confianza del 95 %. Los resultados se presentan en tablas y/o figuras para facilitar su interpretación.

3.9. Consideraciones Éticas

En el estudio sobre *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav., se aplicó las consideraciones éticas que aseguren la transparencia, seguridad y respeto hacia las partes involucradas. Esto incluyó contar con un equipo de analistas capacitados para realizar análisis rigurosos, como prospección química y ensayos biológicos, garantizando resultados confiables. Además, fue esencial proporcionar información clara y completa a las comunidades locales sobre el propósito y beneficios de la investigación, fomentando su participación informada. Los ensayos biológicos cumplieron normativas éticas internacionales. Finalmente, los resultados fueron objetivos y libres de distorsiones, contribuyendo de manera ética al conocimiento científico y al aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (Pineda y Alvarado, 2008).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

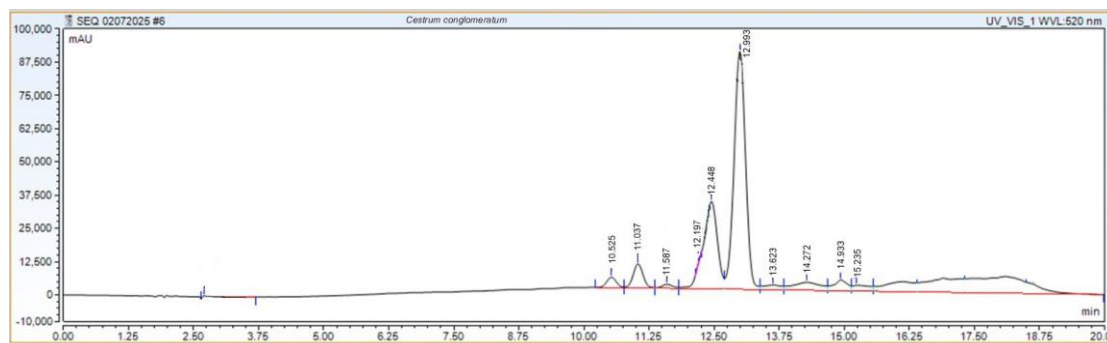
Tabla 2

Perfil químico UHPLC-DAD del extracto de antocianinas de los frutos de Cestrum conglomeratum Ruiz & Pavón

Nº	Compuesto	Tiempo de retención (min)	$\lambda_{\text{máx}}$ (nm)	Área (mAU·min)	% Área relativa
1	Derivado de delphinidina 1	10,525	521,82	781,87	2,13
2	Derivado delphinidina 2	11,037	523,75	1923,11	5,23
3	No identificado	11,587	-	237,09	0,64
4	No identificado	12,197	517,36	1216,61	3,31
5	Derivado petunidina 1	12,448	523,75	8741,08	23,78
6	Derivado petunidina 2	12,993	525,85	22378,57	60,87
7	No identificado	13,623	519,46	99,47	0,27
8	Derivado petunidina 3	14,272	521,55	742,52	2,02
9	No identificado	14,933	514,30	536,44	1,46
10	No identificado	15,235	509,66	107,40	0,29
Total		-	-	36764,15	100,00

Figura 13

Cromatograma UHPLC-DAD del extracto de antocianinas de los frutos de Cestrum conglomeratum Ruiz & Pavón



Nota. La clave de los picos es la siguiente: derivado de delphinidina 1 (TR = 10,525), derivado de delphinidina 2 (TR = 11,037), N.I. (TR = 11,587), N.I. (TR = 12,197) derivado de petunidina 1 (TR = 11,448), derivado de petunidina 2 (TR = 12,993), N.I. (TR = 13,623), derivado de petunidina 3 (TR = 14,272), N.I. (TR = 14,933) y N.I. (TR = 15,235).

Tabla 3

*Cuantificación de compuestos fenólicos en el extracto de antocianinas de los frutos de *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pavón*

Muestra	TPC (mg GAE/g)	TAC (mg C3G-Eq/100 g)
Extracto de antocianinas	36,2 ± 0,30	773,2 ± 7,65

Nota. TPC: contenido de fenoles totales. GAE/g: miligramos equivalentes a ácido gálico por gramo de extracto ($y = 0,010.x + 0,0255$). TAC: contenido de antocianinas totales. mg C3G-Eq/100 g (miligramos de antocianinas expresado como cianidina-3-glicósido por 100 g de extracto).

Tabla 4

Potencial antioxidante del extracto de antocianinas de los frutos de Cestrum conglomeratum Ruiz & Pavón, mediante el método DPPH

Método	Actividad antioxidante		Concentración CE50 (µg/ml)
	Concentración (µg/ml)	%	
DPPH	25,0	6,17 ± 0,27 ^a	1043,08 ± 15,45
	50,0	7,83 ± 0,26 ^b	
	100,0	10,46 ± 0,11 ^c	
	150,0	12,41 ± 0,05 ^d	
	250,0	17,61 ± 0,33 ^e	
	500,0	26,47 ± 0,14 ^f	

Nota. El promedio corresponde a tres repeticiones y error estándar respectivo. Las letras en superíndice corresponden a los subconjuntos homogéneos de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey al 95,0% de nivel de confianza. CE: concentración eficiente antioxidante. Ecuación de la concentración remanente de DPPH en función de la concentración de extracto ($y = -0,0379x + 89,51$; $R^2 = 0,997$). Trolox: AA% = $20,35 \pm 0,47$; CE50 = $52,36 \pm 0,56$ µg/ml.

Tabla 5

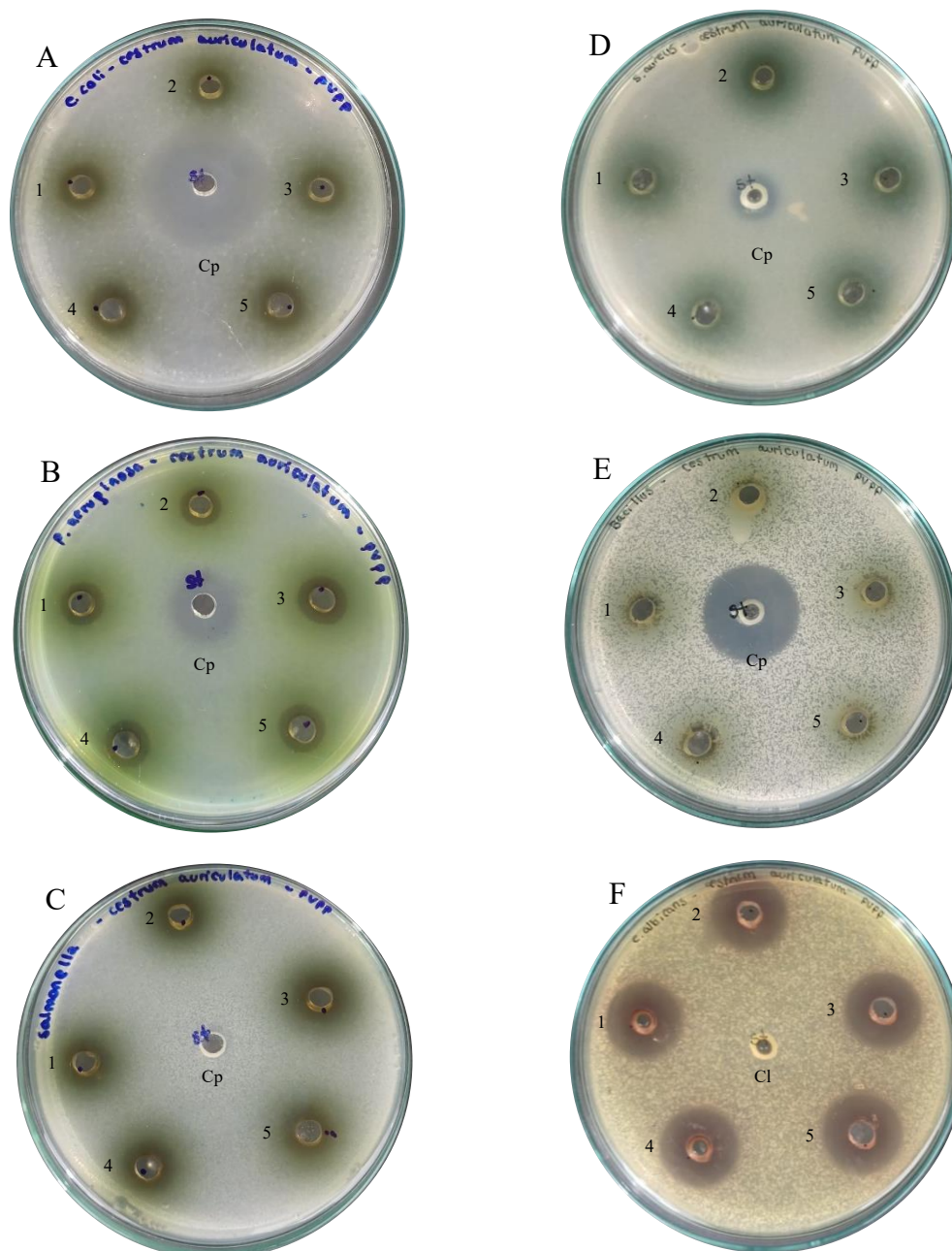
Actividad antimicrobiana del extracto de antocianinas de los frutos de Cestrum conglomeratum Ruiz & Pavón frente a bacterias y una levadura, comparado con ciprofloxacino y clotrimazol

Microorganismo	Zona de inhibición (mm)	
	Extracto de antocianinas	Estándar
<i>Escherichia coli</i> ATCC 8739	9,13 ± 0,021	21,12 ± 0,043 ^{Cp}
<i>Pseudomona aeruginosa</i> ATCC 9027	10,58 ± 0,152	12,93 ± 0,091 ^{Cp}
<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 14028	9,14 ± 0,022	24,79 ± 0,037 ^{Cp}
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	-	10,45 ± 0,042 ^{Cp}
<i>Bacillus spizizini</i> ATCC 6633	-	20,01 ± 0,121 ^{Cp}
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	17,23 ± 0,014	21,41 ± 0,132 ^{Cl}

Nota. El promedio corresponde a cinco repeticiones y error estándar respectivo. Las letras en superíndice corresponden a los subconjuntos homogéneos de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey al 95,0% de nivel de confianza. Cp: ciprofloxacino. Cl: clotrimazol.

Figura 14

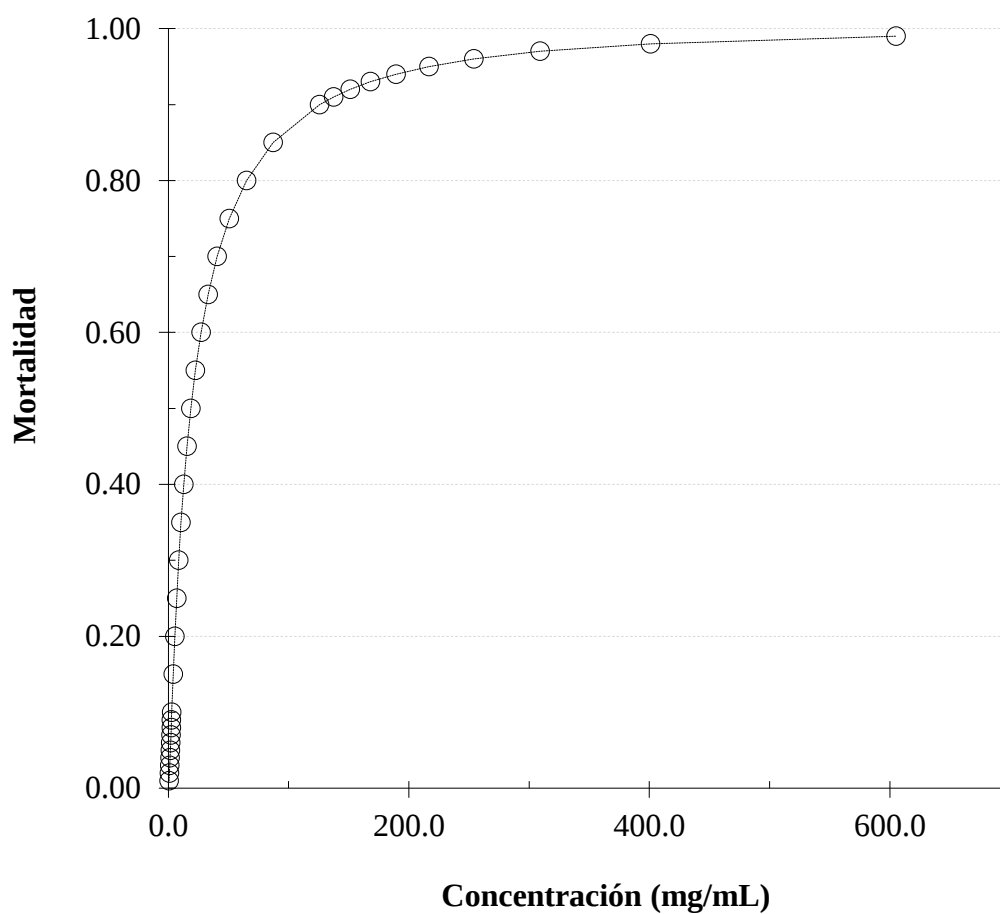
Halos de inhibición en la evaluación de la actividad antimicrobiana del extracto de antocianinas de los frutos de Cestrum conglomeratum Ruiz & Pavón



Nota. A: Escherichia coli ATCC 8739. B: Pseudomona aeruginosa ATCC 9027. C: Salmonella typhimurium ATCC 14028. D: Staphylococcus aureus ATCC 6538. E: Bacillus spizizini ATCC 6633. G: Candida albicans ATCC 10231. Cp: ciprofloxacino. Cl: clotrimazol. Los números del 1 al 5 corresponde a las repeticiones.

Figura 15

Bioensayo de toxicidad preliminar con Artemia salina del extracto de antocianinas de los frutos de Cestrum conglomeratum Ruiz & Pavón



Nota. Concentración letal media = $18,67 \pm 3,02 \mu\text{g/ml}$. La prueba de bondad de ajuste de Pearson ($\chi^2 = 2,773$; gl = 3; p = 0,428).

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

El análisis cromatográfico del extracto etanólico de frutos de *Cestrum conglomeratum*, purificado con PVP y microextracción en fase sólida, muestra la presencia de 10 tipos de antocianinas, predominando las antocianinas de la clase de las petunidinas y delfinidinas. La Tabla 1 muestra cinco antocianinas cuya aglicona no pudo ser identificada con la técnica HPLC-DAD y por tanto no fueron clasificadas.

El derivado de petunidina 2 (TR = 12,993 min) representó el 60,87% del área relativa, seguido por el derivado de petunidina 1 (23,78%) y el derivado de delfinidina 2 (5,23%). Este patrón, en el que un solo compuesto concentra más de la mitad del área total, coincide con lo descrito en otros frutos pigmentados, donde la predominancia de una aglicona específica define tanto la tonalidad como las propiedades funcionales (Hostettmann et al., 2000; Sautour et al., 2007). La petunidina, asociada a tonalidades púrpura-violáceas, presenta grupos metoxilo que incrementan la estabilidad y la capacidad antioxidante frente a otras antocianinas como la delfinidina (Giusti & Wrolstad, 1996).

El contenido de fenoles totales (Tabla 2) fue de $36,2 \pm 0,30$ mg GAE/g de extracto, mientras que el de antocianinas totales (Tabla 2) alcanzó $773,2 \pm 7,65$ mg C3G-Eq/100 g, valores elevados en comparación con otras especies del género *Cestrum* y de la familia Solanaceae. La coexistencia de antocianinas con otros polifenoles sugiere posibles interacciones sinérgicas que podrían potenciar la actividad biológica (Rivas-Morales et al., 2016). El contenido total de antocianinas en el extracto de *Cestrum conglomeratum* fue determinado mediante el método espectrofotométrico del pH diferencial, utilizando dos soluciones tampón (pH 1,0 y pH 4,5) y midiendo la absorbancia a 520 y 700 nm. El cálculo se realizó usando el peso molecular (PM) y el coeficiente de extinción molar (ϵ) de la cianidina-3-glucósido (449,2 g/mol y $26.900 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$, respectivamente), expresando los resultados en mg de equivalentes de cianidina-3-glucósido por 100 g de muestra (mg C3G-Eq/100 g). Si bien el análisis UHPLC-DAD reveló la presencia predominante de derivados de delfinidina y petunidina, y no de cianidina-3-glucósido, se optó por este estándar por su amplio uso en la literatura, la disponibilidad de parámetros espectroscópicos y para permitir

comparabilidad con estudios previos. Esta metodología proporciona una estimación relativa del contenido total de antocianinas presentes en la muestra.

En el ensayo DPPH (Tabla 3), el extracto mostró una CE50 de $1043,08 \pm 15,45$ $\mu\text{g/ml}$, indicando una actividad antioxidante débil en comparación con Trolox (CE50 = $52,36 \pm 0,56$ $\mu\text{g/ml}$). Aunque la capacidad antioxidante no alcanzó la potencia del estándar, la tendencia dosis-dependiente y la correlación ($R^2 = 0,997$) esperada con el contenido fenólico respaldan el rol de las antocianinas y otros polifenoles como principales responsables de esta actividad (Brand-Williams et al., 1995). Estudios previos en especies del género, como *Cestrum nocturnum* y *Cestrum parqui*, han reportado actividades antioxidantes relacionadas con la presencia de flavonoides y compuestos fenólicos (Lima Bezerra et al., 2023), lo que es consistente con nuestros hallazgos.

La actividad antimicrobiana del extracto fue selectiva (Tabla 4 y Figura 12), observándose inhibición frente a bacterias Gram negativas como *Pseudomonas aeruginosa* (10,58 mm), *Escherichia coli* (9,13 mm) y *Salmonella typhimurium* (9,14 mm), así como frente a la levadura *Candida albicans* (17,23 mm). No se detectó inhibición frente a *Staphylococcus aureus* ni *Bacillus spizizini*. Esta selectividad podría explicarse por las diferencias estructurales de la pared celular bacteriana, ya que las Gram negativas presentan membranas externas ricas en lípidos que pueden ser más susceptibles a interacciones con antocianinas y compuestos fenólicos (Chalad et al., 2018). En estudios previos, extractos de *Cestrum auriculatum* y *Cestrum nocturnum* mostraron inhibición frente a *Candida albicans* y bacterias Gram negativas (Rojas et al., 2003), resultados concordantes con lo observado en este trabajo.

Se aplicó un modelo PROBIT para evaluar la relación entre la dosis del extracto de antocianinas de *Cestrum conglomeratum* y la probabilidad de respuesta biológica (Figura 13). El modelo alcanzó convergencia tras 15 interacciones, con estimaciones que indicaron una asociación significativa entre la dosis y la respuesta. La estimación del coeficiente para la dosis fue de 1,476 ($p < 0,001$), indicando que el incremento de la dosis aumenta significativamente la probabilidad de respuesta. La intersección fue de -1,828 ($p < 0,001$), lo que sugiere baja probabilidad de respuesta en ausencia de tratamiento. La prueba de bondad de ajuste de Pearson ($\chi^2 = 2,773$; gl = 3; $p = 0,428$) indicó que el modelo se ajusta adecuadamente a los datos. Complementariamente, se realizó un bioensayo de toxicidad preliminar con *Artemia salina*, observándose una curva dosis-respuesta que alcanzó el 100 % de mortalidad a concentraciones altas. La

concentración letal media (CL50) fue de $18,67 \pm 3,02 \mu\text{g/ml}$, lo cual indica una toxicidad alta del extracto según los criterios establecidos para este ensayo. Estos resultados respaldan el potencial biocida del extracto, aunque se sugiere realizar estudios adicionales para determinar su seguridad en modelos superiores. La toxicidad preliminar frente a *Artemia salina*, coincide con la literatura que señala que ciertas especies del género *Cestrum*, como *C. parqui* y *C. axillare*, contienen metabolitos secundarios con efectos citotóxicos (Lima Bezerra et al., 2023). Este hallazgo subraya la necesidad de estudios adicionales para fraccionar y caracterizar los compuestos responsables de esta actividad, así como evaluar su seguridad en modelos celulares y animales. Además, se sugiere que los extractos con alta toxicidad en el ensayo de artemia podrían tener actividad citotóxica o anticancerígena.

En conjunto, *C. conglomeratum* presenta un perfil fitoquímico relativamente simple pero cuantitativamente relevante, dominado por un pigmento mayoritario, con alto contenido de antocianinas y fenoles totales, actividad antioxidante débil, inhibición selectiva frente a ciertos patógenos y alta toxicidad *in vitro*. Este trabajo constituye el primer reporte integrado sobre la composición química y la bioactividad de los frutos de esta especie, aportando información fundamental para su valorización como fuente potencial de colorantes naturales, biocidas, citotóxicos y antimicrobianos, así como para el diseño de futuros estudios orientados a la elucidación estructural de compuestos no identificados y la evaluación de su seguridad de uso.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES

- a. Los frutos de *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav muestra la presencia de 10 tipos de antocianinas, predominando las antocianinas de la clase de las petunidinas y delfinidinas. El derivado de petunidina 2 (TR = 12,993 min) fue el pigmento mayoritario (60,87% del área relativa), seguido por el derivado de petunidina 1 (23,78 %) y el derivado de delfinidina 2 (5,23%).
- b. El extracto de antocianinas presentó un contenido moderado de compuestos fenólicos ($36,2 \pm 0,30$ mg GAE/g) y antocianinas totales ($773,2 \pm 7,65$ mg C3G-Eq/100 g).
- c. La actividad antioxidante *in vitro*, evaluada mediante el método DPPH, mostró una CE50 de $1043,08 \pm 15,45$ µg/ml, indicando un efecto antioxidante débil y dosis-dependiente ($R^2 = 0,997$).
- d. El extracto de antocianinas evidenció mayor actividad frente a bacterias *Pseudomonas aeruginosa* y selectiva actividad frente a *Candida albicans*.
- e. La evaluación de toxicidad preliminar frente a *Artemia salina* determinó una CL50 indicativa de alta toxicidad, lo que sugiere la presencia de metabolitos con potencial citotóxico, concordante con antecedentes reportados para otras especies del género *Cestrum*.
- f. Los resultados obtenidos constituyen el primer registro integrado de la composición química, contenido fenólico y antocianínico, y actividades antioxidante, antimicrobiana y tóxica de los frutos de *C. conglomeratum*, aportando información científica de base para su futura valorización en el desarrollo de colorantes naturales, biocidas y compuestos bioactivos, siempre considerando estudios adicionales de fraccionamiento, elucidación estructural y evaluación de seguridad.

CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES

- a. Profundizar en la caracterización química de los frutos de *Cestrum conglomeratum* mediante técnicas avanzadas como UHPLC-MS/MS y RMN, con el fin de identificar los compuestos no caracterizados detectados en el perfil cromatográfico, especialmente aquellos con posibles propiedades bioactivas.
- b. Realizar estudios de fraccionamiento y purificación de los extractos para determinar qué fracciones o compuestos específicos son responsables de la actividad antioxidante, antimicrobiana y de la toxicidad observada, lo que permitirá una mejor comprensión de su potencial terapéutico y de seguridad.
- c. Ampliar la evaluación de la actividad biológica incluyendo otros ensayos antioxidantes (ABTS, FRAP) y modelos antimicrobianos más amplios, que consideren patógenos clínicamente relevantes y cepas resistentes a antibióticos, para determinar el espectro de acción del extracto.
- d. Profundizar en la evaluación toxicológica, empleando modelos celulares y, posteriormente, modelos animales, para establecer parámetros de seguridad, dosis seguras de uso y posibles mecanismos de toxicidad.
- e. Explorar el potencial tecnológico e industrial de las antocianinas mayoritarias, especialmente la petunidina, como colorante natural y antioxidante, evaluando su estabilidad frente a pH, luz y temperatura, así como su viabilidad en formulaciones nutraceuticas, farmaceuticas, cosméticas u otros ámbitos.
- f. Fomentar estudios etnobotánicos en comunidades locales para documentar posibles usos tradicionales de *C. conglomeratum*, lo que podría aportar información complementaria sobre su manejo, preparación y aplicación, integrando saberes tradicionales con la investigación científica.

Referencias

[El título "" no se puede ver: la plantilla "Índice de títulos - Unknown - (Default template)" solo contiene campos que en este título están vacíos.]

- Ahmad, S [Saheem], Alrouji, M., Alhajlah, S., Alomeir, O., Pandey, R. P., Ashraf, M. S., Ahmad, S [Shafeeque] y Khan, S. (2023). Secondary Metabolite Profiling, Antioxidant, Antidiabetic and Neuroprotective Activity of *Cestrum nocturnum* (Night Scented-Jasmine): Use of In Vitro and In Silico Approach in Determining the Potential Bioactive Compound. *Plants (Basel, Switzerland)*, 12(6). <https://doi.org/10.3390/plants12061206>
- Arabayah, I., El Hawary, S., kandil, z., El-Kadder, E., Essa, A. y Elraey, M. (2023). Genus *Cestrum* Therapeutic Potential: An Updated Review of its Phytochemical, Pharmacological, and Morphological Features. *Egyptian Journal of Chemistry*, 0(0), 0. <https://doi.org/10.21608/ejchem.2023.214022.8048>
- Bahgat, D., Gad, H., Elsayed, E., Eldahshan, O. y Singab, A.-N. (2022). Biologically Active Saponins of Genus *Cestrum* L.: A Comprehensive Review. *Archives of Pharmaceutical Sciences Ain Shams University*, 6(1), 98–113. <https://doi.org/10.21608/aps.2022.129734.1085>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. y Berset, C. (1995). Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28(1), 25–30.
- Brown, C. R., Wrolstad, R., Durst, R., Yang, C.-P. y Clevidence, B. (2003). Breeding studies in potatoes containing high concentrations of anthocyanins. *American Journal of Potato Research*, 80(4), 241–249. <https://doi.org/10.1007/BF02855360>
- Chalad, C., Kongrueng, J., Vongkamjan, K., Robins, W. P., Vuddhakul, V. y Mekalanos, J. J. (2018). Modification of an agar well diffusion technique to isolate yeasts that inhibit *Vibrio parahaemolyticus* the causative agent of acute hepatopancreatic necrosis disease. *Aquaculture Research*, 49(12), 3838–3844. <https://doi.org/10.1111/are.13850>
- Chenni, H., Ghosh, D., Ali, K. M., Chatterjee, K. y Trabelsi, M. M. (2011). Spermicidal Effects of Methanolic Extract of *Cestrum parqui* Leaves on Human Spermatozoa: A View through DNA Breakage and Disruption of

- Membrane Ultrastructure. *Journal of Reproduction and Contraception*, 22(4), 223–232. [https://doi.org/10.1016/S1001-7844\(12\)60019-4](https://doi.org/10.1016/S1001-7844(12)60019-4)
- Del Carpio Jimenez, C. y Serrano Flores, Carlos, Giusti, Mónica (2009). Caracterización de las antocianinas de frutos de *Berberis boliviana* Lechler. *Revista De La Sociedad Química Del Perú*, 75(1), 76–86.
- Di Meo, M. C., Di Marino, C., Napoletano, P., Marco, A. de, Bianchi, A. R., Pedatella, S. y Palatucci, D. (2024). Functional, Chemical, and Phytotoxic Characteristics of *Cestrum parqui* L'Herit: An Overview. *Plants (Basel, Switzerland)*, 13(15). <https://doi.org/10.3390/plants13152044>
- Enaru, B., Dreţcanu, G., Pop, T. D., Stănilă, A. y Diaconeasa, Z. (2021). Anthocyanins: Factors Affecting Their Stability and Degradation. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/antiox10121967>
- Field Museum. (2024). *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav. <https://plantidtools.fieldmuseum.org/en/rrc/catalogue/399913>
- GBI.org. (2023). *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav. Global Biodiversity Information Facility. <https://www.gbif.org/species/7299165>
- Ghosh, A., Bhattacharjee, I. y Chandra, G. (2019). Hypolipidemic effect of steroid compound from *Cestrum diurnum* (Solanaceae: Solanales) in normocholesterolemic albino rat. *Natural Product Research*, 33(4), 573–576. <https://doi.org/10.1080/14786419.2017.1396597>
- Giusti, M. M. y Wrolstad, R. E. (1996). Characterization of Red Radish Anthocyanins. *Journal of Food Science*, 61(2), 322–326. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1996.tb14186.x>
- Hernández Sampieri, R. y Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (Primera edición). McGraw-Hill. Interamericana Editores, S.A. de C. V. www.mhhe.com/latam/sampieri_mile
- Hock Eng Khoo, Azrina Azlan, Sou Teng Tang y See Meng Lim (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: Colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & Nutrition Research*. Publicación en línea avanzada. <https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1361779>

- Hostettmann, K., Marston, A., Ndjoko, K. y Wolfender, J.-L. (2000). The Potential of African Plants as a Source of Drugs. *Current Organic Chemistry*, 4, 973–1010. <https://doi.org/10.2174/1385272003375923>
- Huamán Lope, M. (2013). *Actividad cicatrizante del extracto hidroalcohólico de las hojas de Cestrum auriculatum L. Herit "hierba santa". Ayacucho - 2013* [Tesis para titulación]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho-Perú. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4633>
- Husain, A., Chanana, H., Khan, S. A., Dhanalekshmi, U. M., Ali, M., Alghamdi, A. A. y Ahmad, A. (2022). Chemistry and Pharmacological Actions of Delphinidin, a Dietary Purple Pigment in Anthocyanidin and Anthocyanin Forms. *Frontiers in Nutrition*, 9, 746881. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.746881>
- Juárez Montiel, R. G., Pinto Apaza, N. y Cano de Terrones, T. (2013). Polimerización de compuestos antociánicos presentes en el colorante de la hierba santa (*Cestrum hediondinum* D.) y prueba de adsorción de iones Aluminio (III). *Revista De La Sociedad Química Del Perú*, 79, 71–79. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v79n1/a10v79n1.pdf>
- Kawano, M., Otsuka, M., Umeyama, K., Yamazaki, M., Shiota, T., Satake, M. y Okuyama, E. (2009). Anti-inflammatory and analgesic components from "hierba santa," a traditional medicine in Peru. *Journal of Natural Medicines*, 63(2), 147–158. <https://doi.org/10.1007/s11418-008-0302-8>
- Keshari, A. K., Srivastava, R., Singh, P., Yadav, V. B. y Nath, G. (2020). Antioxidant and antibacterial activity of silver nanoparticles synthesized by *Cestrum nocturnum*. *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine*, 11(1), 37–44. <https://doi.org/10.1016/j.jaim.2017.11.003>
- Kumar, S. y Kumar Singh, R. (2024). Nomenclatural noveltie in *Cestrum* Solanaceae. *J. Biodivers. Conservation*, 8(2), 40–51.
- Lima Bezerra, J. J., Vieira Pinheiro, A. A. y Barbosa de Lucena, R. (2023). Poisoning in ruminants caused by species of the genus *Cestrum* L. (Solanaceae) in Brazil: A review of toxicological and phytochemical evidence. *Toxicon*, 236, 107348. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2023.107348>
- Matos, J. M. de, Costa, A. R. C., Justino, M. N., Camara, M. B. P., Vasconcelos, O. L. S., Marques, J. C., Brandão, C. M. y Carvalho Marques, G. E. de (2024). Chemical prospection and antioxidant activity of

- Humiria balsamifera (Aubl.) A. St. Hil. And Hymenaea courbaril L. *Natural Product Research*, 38(4), 614–618.
<https://doi.org/10.1080/14786419.2023.2189708>
- Mattioli, R., Francioso, A., Mosca, L. y Silva, P. (2020). Anthocyanins: A Comprehensive Review of Their Chemical Properties and Health Effects on Cardiovascular and Neurodegenerative Diseases. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 25(17). <https://doi.org/10.3390/molecules25173809>
- Mayorga, P., Pérez, K. R., Cruz, S. M. y Cáceres, A. (2010). Comparison of bioassays using the anostracan crustaceans *Artemia salina* and *Thamnocephalus platyurus* for plant extract toxicity screening. *Revista Brasileira De Farmacognosia*, 20(6), 897–903. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2010005000029>
- Mostacero León, F., Castillo Picón, F., Mejia Coico, Freddy Rogger, Gamarra Torres, O., Charcape Ravelo, J. M. y Ramirez Vargas, R. A. (2011). *Plantas Medicinales del Perú: Taxonomía, Ecogeografía, Fenología y Etnobotánica* (1a. ed.).
- Oancea, S. (2025). Occurrence, Pharmacological Properties, Toxic Effects, and Possibilities of Using Berries from Selected Invasive Plants. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 14(4). <https://doi.org/10.3390/antiox14040399>
- Patil, S. B., Sabne, R. M., Solanky, R. T., Naikwade, N. S. y Jadhav, S. Y. (2018). Antisolar and antioxidant activity of fresh berries of *Cestrum nocturnum*. *Sandeepet AlMintage Journal of Pharmaceutical & Medical Sciences*, 7(2), 1–2.
- Pineda, E. B. y Alvarado, E. L. de. (2008). *Metodología de la investigación* (Tercera edición). *Serie PALTEX para ejecutores de programas de salud: N° 47*. Organizacion Panamericana de la Salud.
- Pitha, J. y Szente, L. (1984). Digitonin derivatives of low toxicity: Potential solubilizers for lipophilic compounds. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 73(2), 240–242.
- POWO. (2025). *Cestrum conglomeratum Ruiz & Pav.* World Flora Online. <https://www.iucnredlist.org/es>
- Rivas-Morales, C., Oranday-Cárdenas, M. A. y Verde-Star, M. J. (2016). *Investigación en plantas de importancia médica*. OmniaScience.

- Rodas Salazar, M. A. (2018). *Actividad analgésica del extracto hidroalcohólico de las hojas de Cestrum auriculatum Heritier "hierba santa" en ratones albinos* [Tesis para titulación]. Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Lima-Perú. <https://core.ac.uk/download/230595134.pdf>
- Rodríguez Rodríguez, E. F., Leiva González, S., Pollack Velásquez, L. E. y Alvitez Izquierdo, E. (2020). Catálogo de Solanaceae de la región La Libertad, Perú. *Arnaldoa*, 27(2), 497–534. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.272.27205>
- Rojas, R., Bustamante, B., Bauer, J., Fernández, I., Albán, J. y Lock, O. (2003). Antimicrobial activity of selected Peruvian medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 88(2-3), 199–204. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(03\)00212-5](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(03)00212-5)
- Royal Botanical Gardens Kew. *Plants of the World Online: Cestrum conglomeratum Ruiz & Pav.* Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:814965-1/general-information>
- Ruiz, H. y Pavón, J. (1799). Flora Peruviana, et Chilensis. *Biodiversity Heritage Library*, 2(29), 156. <https://www.biodiversitylibrary.org/>
- Sadowska-Bartosz, I. y Bartosz, G. (2024). Antioxidant Activity of Anthocyanins and Anthocyanidins: A Critical Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(22). <https://doi.org/10.3390/ijms252212001>
- Sánchez, L. y Neira, A. (2005). Bioensayo general de letalidad en Artemia salina, a las fracciones del extracto etanólico de Psidium guayava L. y Psidium guineense Sw. *Cultura Científica*, 40–45.
- Sautour, M., Mitaine-Offer, A.-C. y Lacaille-Dubois, M.-A. (2007). The Dioscorea genus: A review of bioactive steroid saponins. *Journal of Natural Medicines*, 61(2), 91–101. <https://doi.org/10.1007/s11418-006-0126-3>
- Shadab, H., Khan, M. N., Ul Haq, F., Ali, H., El-Seedi, H. R. y Musharraf, S. G. (2020). Cross-mixing study of a poisonous Cestrum species, Cestrum diurnum in herbal raw material by chemical fingerprinting using LC-ESI-QTOF-MS/MS. *Arabian Journal of Chemistry*, 13(11), 7851–7859. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.09.016>
- Sharapin, N. (2000). *Fundamentos de tecnología de productos fitoterapéuticos. Ciencia y Tecnología: Vol. 78.* Convenio Andrés Bello.

- Sousa, C. M. d. M., Silva, H. R. e., Vieira-Jr., G. M., Ayres, M. C. C., Da Costa, C. L. S., Araújo, D. S., Cavalcante, L. C. D., Barros, E. D. S., Araújo, Paulo Breitner de M., Brandão, M. S. y Chaves, M. H. (2007). Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. *Química Nova*, 30(2), 351–355. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000200021>
- Ubiali, D. G., Lee, S. T., Gardner, D. R., Cook, D., Pereira, G. O. y Riet-Correa, F. (2022). *Cestrum axillare* (Solanaceae) poisoning in ruminants. *Toxicon*, 218, 76–82. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2022.09.005>
- IUCN. (2025). *Lista Roja de Especies Amenazadas*. IUCN Red List. <https://www.iucnredlist.org/es>
- Zambrano Vera, A. G., Bravo Murillo, J. D., Segovia Cedeño, D. G., Moreira Castro, J. M. y Ruiz Reyes, E. (2025). Phytochemical study of the plant species *Cestrum nocturnum* L. (solanaceae) and *Nerium oleander* L. (apocynaceae). *Agrociencia Uruguay*, 29, e1552. <https://doi.org/10.31285/AGRO.29.1552>

ANEXOS

Anexo 1

Identificación taxonómica de *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
MUSEO DE HISTORIA NATURAL



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

CONSTANCIA N° 351-USM-MHN-2024

LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (fértil) recibida de Rubén Albino Huayta Cárdenas, estudiante de pregrado de la Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga ha sido estudiada y clasificada como: *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav. y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016).

ORDEN : Solanales Juss. ex Bercht. & J. Presl

FAMILIA : Solanaceae Juss.

GÉNERO : *Cestrum* L.

ESPECIE : *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pav.

Nombre vulgar: "MA - 3"

Procedencia: Ayacucho

Determinado por: Bach. Julio Torres.

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

Lima, 5 de diciembre de 2024



Dra. Joaquina Albán Castillo

JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

Anexo 2

Matriz de definición y operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Valoración	Escala de medición	Instrumento
Composición química	Se refiere al conjunto de metabolitos secundarios presentes en los frutos de <i>conglomeratum</i> , evaluados mediante dos enfoques principales: Perfil LC-MS/MS y contenido de compuestos fenólicos.	Los metabolitos secundarios se identifican mediante LC-MS/MS y el contenido de compuestos fenólicos por el método de Folin-Ciocalteu y pH-diferencial.	Metabolitos secundarios	Abundancia relativa	Porcentaje	Razón	LC-MS/MS
			Compuestos fenólicos	Fenoles totales Antocianinas totales	mg GAE/g Porcentaje	Razón Razón	Espectrofotómetro UV-VIS
Actividad biológica	Se refiere a los efectos funcionales que los metabolitos secundarios presentes en los frutos de <i>Cestrum conglomeratum</i> ejercen sobre sistemas biológicos específicos, evaluados a través de los siguientes parámetros: actividad antioxidante, actividad antibacteriana y toxicidad.	La actividad antioxidante se evalúa por el método de DPPH, la actividad antibacteriana por el método modificado de pozos en agar frente a inóculos bacterianos y la toxicidad frente a <i>Artemia salina</i> .	Actividad antioxidante	Concentración eficiente	µg/mL	Razón	Espectrofotómetro UV-VIS
			Actividad antibacteriana	Halo de inhibición	mm	Razón	Vernier
			Toxicidad	Concentración letal media	ppm	Razón	Observación

Anexo 3

Matriz de consistencia

Título: Prospección química y biológica en los frutos de *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pavón

Autor: Bach. Fabiola RUIZ CORONADO

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
Problema General ¿Cuál es la composición química, el contenido de compuestos fenólicos, y las actividades antioxidante, antibacteriana y tóxica de los frutos de <i>Cestrum conglomeratum</i> Ruiz & Pav.?	Objetivo General Determinar la composición química, el contenido de compuestos fenólicos, y evaluar las actividades antioxidante, antibacteriana y tóxica de los frutos de <i>Cestrum conglomeratum</i> .	Hipótesis General Los frutos de <i>Cestrum conglomeratum</i> , presentan metabolitos secundarios con potencial antibacteriano, antioxidante y moderada toxicidad <i>in vitro</i> .	V. independiente Composición química V. dependiente Actividad biológica	Alcance Descriptivo Exploratorio Diseño Transeccional descriptivo Preexperimental con posprueba únicamente Experimental puro con posprueba únicamente y grupo control Muestra 250 g de frutos de <i>Cestrum conglomeratum</i> Ruiz & Pav. recolectados del Bosque de Osqohuilla, ubicado en el distrito de Quinua del departamento de Ayacucho
Problemas Específicos a. ¿Cuál es la composición química de los frutos de <i>Cestrum conglomeratum</i> ? b. ¿Cuál es el contenido de compuestos fenólicos en los frutos de <i>Cestrum conglomeratum</i> ?	Objetivos Específicos a. Identificar los compuestos químicos presentes en los frutos de <i>Cestrum conglomeratum</i> . b. Cuantificar el contenido de fenoles totales y antocianinas en los frutos de <i>Cestrum conglomeratum</i> .	Hipótesis Específicas a. Los frutos de <i>Cestrum conglomeratum</i> , contienen compuestos fenólicos, saponinas y alcaloides. b. La actividad antioxidante <i>in vitro</i> de los frutos de <i>Cestrum conglomeratum</i> es directamente proporcional al contenido de compuestos fenólicos presentes.		

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
a. ¿Los frutos de <i>Cestrum conglomeratum</i> presentan actividad antioxidante? b. ¿Los frutos de <i>Cestrum conglomeratum</i> presentan actividad antibacteriana? c. ¿Los frutos de <i>Cestrum conglomeratum</i> presentan toxicidad frente a <i>Artemia salina</i>?	c. Evaluar la actividad antioxidante <i>in vitro</i> de los frutos de <i>Cestrum conglomeratum</i>. d. Evaluar la actividad antibacteriana de los frutos de <i>Cestrum conglomeratum</i> e. Evaluar la toxicidad preliminar de los frutos de <i>Cestrum conglomeratum</i> frente a nauplios de <i>Artemia salina</i>.	c. Los frutos de <i>Cestrum conglomeratum</i>, presentan actividad antibacteriana frente a bacterias Gram+ y Gram-. d. Los frutos de <i>Cestrum conglomeratum</i>, presentan toxicidad moderada frente a nauplios de <i>Artemia salina</i>.		Técnica e Instrumentos La técnica será la observación. Los instrumentos serán el LC-MS/MS para la identificación de compuestos químicos, el espectrofotómetro UV-VIS para la cuantificación de compuestos fenólicos, el vernier para medir los halos de inhibición y la observación para contar los nauplios. Análisis de datos Se calculará la media y su error estándar. Análisis de varianza y comparaciones múltiples al 95 % de nivel de confianza.

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
RESOLUCIÓN DECANAL N° 810-2025-UNSCH-FCSA-D

BACHILLER: Kenly Fabiola RUIZ CORONADO

En la ciudad de Ayacucho, siendo las nueve de la mañana del día treinta y uno de octubre de dos mil veinticinco, se reunieron en el Aula J-201 de la ciudad universitaria los docentes miembros del jurado evaluador de sustentación, para el acto de sustentación de trabajo de tesis titulado: **Prospección química y biológica en los frutos de *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pavón** presentado por la bachiller **Kenly Fabiola RUIZ CORONADO** para optar el título profesional de Químico Farmacéutico.
El Jurado evaluador de sustentación está conformado por:

Presidente : Prof. Edgar CÁRDENAS LANDEO (delegado por el decano)
Miembros : Prof. Stephany Massiell BARBARÁN VILCATOMA
 : Prof. Edith Eveling CONISLLA CÁCERES
4to jurado : Prof. Daniel SANTIAGO CHÁVEZ

Asesores : Prof. Kirianova GODOY BAUTISTA
 : Prof. Marco Rolando ARONÉS JARA
Secretaria Docente : Prof. Liselly Elvira CHAUCA RETAMOZO

Con el quorum de reglamento se dio inicio a la sustentación de tesis, el presidente de la comisión pide a la secretaria docente dar lectura a los documentos presentados por la recurrente, y da algunas indicaciones a la sustentante.

Da inicio la exposición la Bachiller: Kenly Fabiola RUIZ CORONADO; y, una vez concluida la exposición, el presidente de la comisión solicita a los miembros del jurado evaluador realizar sus respectivas preguntas. Acto seguido, después de realizar algunas observaciones, da pase a los asesores de tesis profesora Kirianova Godoy Bautista y profesor Marco R. Aronés Jara para que puedan realizar algunas aclaraciones y comentarios.

Concluida la ronda de preguntas, el presidente invita a la sustentante para abandonar el auditorio y se pueda proceder con la calificación.

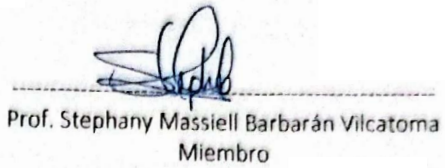
RESULTADO DE LA EVALUACIÓN FINAL

JURADOS	TEXTO	EXPOSICIÓN	PREGUNTAS	P.FINAL
Prof. Stephany Massiell Barbarán Vilcatoma	17	17	17	17
Prof. Edith Eveling Conislla Cáceres	18	18	17	18
Prof. Daniel Santiago Chávez	18	18	18	18
PROMEDIO FINAL:			18	

De la evaluación realizada por los miembros del jurado calificador, llegaron al siguiente resultado: Aprobar a la Bachiller **Kenly Fabiola RUIZ CORONADO**, quien obtuvo la nota final de **Dieciocho (18)**, para la cual los miembros del jurado evaluador firman al pie del presente. Siendo las 11:00 h del día, se da por concluido el presente acto académico.



Prof. Edgar Cárdenas Landeo
Presidente



Prof. Stephany Massiell Barbarán Vilcatoma
Miembro



Prof. Edith Eveling Conislla Cáceres
Miembro



Prof. Daniel Santiago Chávez
Miembro



Prof. Kiriapova Godoy Bautista
Miembro Asesor



Prof. Marco Rolando Aronés Jara
Miembro Asesor



Prof. Liselly Elvira Chauca Retamozo
Secretaria Docente

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

El Instructor en Segunda Instancia, en virtud de la RCU N.° 039-2021-UNSCH-CU, y en calidad de director de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, emite la presente

CONSTANCIA

DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A Kenly Fabiola RUIZ CORONADO, Bachiller de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Salud, en mérito a que la tesis titulada: Prospección química y biológica en los frutos de *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pavón; ha alcanzado un índice de similitud de 15% (quince); cumpliendo satisfactoriamente lo establecido en el Art. 13 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de investigación de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga mediante el uso del SOFTWARE TURNITIN.

En ese sentido, se emite la presente constancia en señal de conformidad.

Ayacucho, 24 de octubre de 2025.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
Marco R. Aronés Jara
DIRECTOR

Firmado digitalmente por MARCO
ROLANDO ARONES JARA
Fecha: 2025.10.24 22:32:05 -05'00'

Prospección química y biológica en los frutos de *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pavón

by Kenly Fabiola Ruiz Coronado

Submission date: 24-Oct-2025 09:25PM (UTC-0500)

Submission ID: 2791827716

File name: 00_Tesis_Kenly_Fabiola_RUIZ_CORONADO.pdf (2M)

Word count: 15185

Character count: 84751

Prospección química y biológica en los frutos de *Cestrum conglomeratum* Ruiz & Pavón

ORIGINALITY REPORT

15%	10%	5%	12%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Student Paper	10%
2	repositorio.unsch.edu.pe Internet Source	2%
3	repositorio.uigv.edu.pe Internet Source	1%
4	www.scielo.edu.uy Internet Source	1%
5	es.scribd.com Internet Source	<1%
6	repositorio.ufc.br Internet Source	<1%
7	core.ac.uk Internet Source	<1%
8	www.researchgate.net Internet Source	<1%
9	www.sabiia.cnptia.embrapa.br Internet Source	<1%
10	repositorio.unprg.edu.pe Internet Source	<1%
11	es.unionpedia.org Internet Source	<1%

12

Submitted to University of Macau

Student Paper

<1 %

13

cio.mx

Internet Source

<1 %

14

www.grafiati.com

Internet Source

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches

< 30 words

Exclude bibliography On