

1 The Biologist (Lima), 2026, vol. 24(2), XX-XX.

2 DOI: <https://doi.org/10.62430/rtb20262422216>

3 Este artículo es publicado por la revista The Biologist (Lima), de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la
4 Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los
5 términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)
6 [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>], que permite el uso, la distribución y la reproducción en
7 cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada como su fuente original.



9 ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

10 ANTIMICROBIAL AND ANTIPARASITIC ACTIVITY OF *CEDRELA ODORATA* L.

11 ESSENTIAL OIL

12 ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA Y ANTIPARASITARIA DEL ACEITE

13 ESENCIAL DE *CEDRELA ODORATA* L

14
15 Candy Ruiz-Martel¹, Gloria Saez-Flores^{1*}, Katherine Figueroa-Flores ¹ & Edith
16 Malaga-Machaca²

17 ¹Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad Nacional Federico Villarreal,
18 Lima, Perú.

19 ²Laboratorio de investigación de enfermedades infecciosas, Universidad Peruana
20 Cayetano Heredia (UPCH), Lima, Perú.

21 *Corresponding author: gsaez@unfv.edu.pe; gloriasaez2000@hotmail.com

22
23 Titulillo: Antimicrobial and antiparasitic activity of *Cedrela odorata*

24 Ruiz-Martel *et al.*

25
26 Candy Ruiz-Martel:  <https://orcid.org/0000-0003-4911-022X>

27 Gloria Saez-Flores:  <https://orcid.org/0000-0001-9093-0065>

28 Katherine Figueroa-Flores:  <https://orcid.org/0009-0001-9112-3713>

29 Edith Malaga-Machaca:  <https://orcid.org/0000-0002-0075-6655>

ABSTRACT

A study was conducted on the *in vitro* antimicrobial and antiparasitic activity of the essential oil of *Cedrela odorata* L. The antibacterial assay was performed using *Staphylococcus aureus* (Rosenbach, 1884) ATCC 25922 and *Escherichia coli* (Migula, 1895) ATCC 25923 strains. *Trypanosoma cruzi* (Chagas, 1909) epimastigotes (Tulahuen strain) were used for the antiparasitic assay. Regarding the essential oil extracted from the aerial parts of *C. odorata*, 40 compounds were identified, with eight major compounds observed: β -cadinene (17.39%), di-epi-1,10-cubenol (13.81%), α -epi-muurolol (13.54%), α -cadinol (11.57%), δ -cedrol (6.03%), α -epi-cadinol (5.45%), cis-calamenene (3.26%), and α -muurolene (2.28%). Inhibitory activity against both the bacterial and parasite strains was observed. The results suggest the potential of *C. odorata* essential oil as a source of bioactive compounds with antimicrobial and antiparasitic applications.

Keywords: *Cedrela odorata* – essential oil – *Staphylococcus aureus* – *Escherichia coli* – *Trypanosoma cruzi*

RESUMEN

Se realizó un estudio sobre la actividad *in vitro* antimicrobiana y antiparasitaria del aceite esencial de *Cedrela odorata* L. El ensayo antibacteriano se realizó con cepas de *Staphylococcus aureus* (Rosenbach, 1884) ATCC 25922 y *Escherichia coli* (Migula, 1895) ATCC 25923. Para el ensayo antiparasitario se empleó epimastigote de *Trypanosoma cruzi* (Chagas, 1909), cepa Tulahuen. Con respecto al aceite esencial extraído de la parte aérea de *C. odorata*, se pudieron identificar 40 compuestos, donde se evidenciaron ocho compuestos mayoritarios: β -cadineno (17,31 %), di-epi-1,10-cubenol (13,84 %), α -epi-Murolol (13,57 %), α -cadinol (11,53 %), δ -cedrol (6,05 %), α -epi-Cadinol (5,46 %), cis-calameneno (3,28%) y α -muroleno (2,28 %). En la actividad antimicrobiana y antiparasitaria del aceite esencial se evidenció actividad inhibitoria frente a las bacterias y a los parásitos en ambas cepas. Los resultados sugieren el potencial del aceite esencial de *C. odorata* como fuente de compuestos bioactivos con aplicaciones antimicrobianas y antiparasitarias.

Palabras clave: *Cedrela odorata* – aceite esencial – *Staphylococcus aureus* – *Escherichia coli* – *Trypanosoma cruzi*

INTRODUCCIÓN

La utilización excesiva y desmedida de fármacos para el tratamiento y prevención de enfermedades ha contribuido al surgimiento de nuevas manifestaciones clínicas de enfermedades, algunas de las cuales afectan localizaciones anatómicas poco comunes (Pari-Olarte *et al.*, 2021). Como consecuencia directa de este uso inadecuado, han emergido nuevos mecanismos de resistencia antimicrobiana, ampliando y haciendo complejo el problema de la resistencia en bacterias y en parásitos (Uddin *et al.*, 2021). Los cambios en los perfiles de sensibilidad y resistencia de los agentes infecciosos responden a múltiples factores, siendo actualmente un fenómeno altamente prevalente y una amenaza significativa para la salud pública mundial (Paz *et al.*, 2008). Asimismo, diversas especies bacterianas y fúngicas, originalmente catalogadas como no patógenas, han demostrado su capacidad para causar infecciones oportunistas, especialmente en individuos inmunodeprimidos (Pfaller & Diekema, 2007).

Ante este escenario, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha instado a los países a intensificar sus acciones para el control de la resistencia antimicrobiana, promoviendo políticas nacionales orientadas al desarrollo sostenible y al uso racional de los antimicrobianos. Adicionalmente, se ha recomendado establecer sistemas de vigilancia y comunicación que permitan recopilar, analizar y compartir información sobre la resistencia a patógenos específicos, así como impulsar la investigación y desarrollo de nuevos agentes antimicrobianos (Vázquez-Cabrera *et al.*, 2023). La resistencia a los antimicrobianos genera elevados costos económicos y sociales, afecta los medios de subsistencia y pone en riesgo la efectividad de los programas de atención sanitaria, pudiendo convertirse en una amenaza para la estabilidad global y la seguridad de los países (Yagui-Moscoso, 2024). En este contexto, el Plan de Acción Mundial sobre la Resistencia a los Antimicrobianos constituye un marco estratégico, establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), 2015).

Considerando el incremento de fármacos que han perdido eficacia frente a agentes infecciosos, los esfuerzos científicos deben orientarse a la búsqueda de nuevos compuestos antimicrobianos que superen estas limitaciones. En este sentido numerosas plantas son conocidas empíricamente por sus propiedades medicinales y farmacológicas, por lo que los derivados naturales de plantas, tales como los aceites esenciales y sus extractos orgánicos, representan una fuente promisorio de metabolitos bioactivos,

constituyendo una alternativa potencial para el tratamiento o la prevención de agentes infecciosos (Alzamora *et al.*, 2001; Ávila *et al.*, 2006; Rodríguez-Rodríguez *et al.*, 2017; Huamani & Ruiz, 2025). Como es el caso del género *Cedrela*, en particular *Cedrela odorata* L., conocido comúnmente como cedro español, perteneciente a la familia Meliaceae (Subratti *et al.*, 2006).

Según el Ministerio de Ambiente, el género *Cedrela* comprende 17 especies distribuidas en América Central y del Sur; la mayoría de las especies se encuentran en bosques tropicales, aunque especies como *C. fissilis* Vell también se encuentran en selvas tropicales y zonas secas (MINAM, 2018). Tradicionalmente, la corteza de *Cedrela* ha sido utilizada en infusión para el tratamiento de la diarrea, fiebre, procesos inflamatorios, vómitos, hemorragias e indigestión, mientras que el extracto etanólico ha mostrado actividad antimalárica (Kipassa *et al.*, 2008). Adicionalmente, se han reportado propiedades antihiper glucémicas, antidiabéticas y antioxidantes (Giordani *et al.*, 2015). Si bien se evaluaron actividades, donde la mayoría de los estudios se centraron en las propiedades insecticidas, disuasorias de la alimentación o inhibidoras del crecimiento de insectos asociadas a este género, actividades relacionadas con sus efectos antipalúdicos y antitripanocidas, todavía es necesario realizar más investigaciones (Nogueira *et al.*, 2020).

A pesar de estos antecedentes, existe información limitada sobre actividades antimicrobianas y antiparasitarias de *C. odorata*; por ello, la importancia de desarrollar este estudio. Este trabajo cobra relevancia al contribuir a la búsqueda de nuevas alternativas terapéuticas de origen natural, considerando que el aumento de la resistencia antimicrobiana obliga a explorar la biodiversidad como fuente de compuestos bioactivos con potencial farmacológico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio de tipo experimental, transversal, con ensayos *in vitro* de actividad antimicrobiana y antiparasitaria.

Extracción del aceite esencial de hojas y tallos

Las muestras de plantones de *C. odorata* fueron obtenidas del vivero de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Agraria La Molina (UNALM), Lima, Perú. Se recolectaron 1400 g de parte aérea, los cuales fueron lavados y desinfectados con 10 ppm

de NaClO, posteriormente secados a 25 °C, molidos y pasados por un tamiz de 1,7 mm. Luego se introdujeron aproximadamente 200 g de la muestra vegetal en el equipo de hidrodestilación tipo Clevenger marca Euro Lab (Alemania), procediéndose a la destilación del aceite esencial; este procedimiento se repitió seis veces (Bajer *et al.*, 2016). Debido a la ausencia de una separación visible de fases, el aceite esencial fue extraído mediante la adición de 5 mL de éter de petróleo (grado reactivo ACS). Posteriormente, el solvente fue evaporado, el extracto se secó con 100 mg de sulfato de sodio anhidro y se almacenó en un frasco ámbar a una temperatura de 4 °C para su posterior análisis.

Análisis del aceite esencial

El aceite esencial fue analizado mediante cromatografía de gases Agilent Technologies 7890A acoplada a un detector FID y a un detector selectivo de masas Agilent Technologies 5975. Para la preparación de la muestra se tomaron 20 µL del aceite esencial, el cual fue diluido en 1 mL de diclorometano (pureza $\geq 99,5\%$), inyectándose en el equipo. La separación cromatográfica se realizó utilizando una columna capilar apolar J&W 122-1545.67659 DB-5ms (60 m x 250 µm x 0,25 µm; temperatura máxima 325 °C). El programa de temperatura del horno fue el siguiente: inicio a 70 °C; incremento de 2,5 °C/min hasta 130 °C, con un tiempo de mantenimiento de 3 min; luego 4 °C/min hasta 200 °C y finalmente 20 °C/min hasta 300 °C, con un tiempo de mantenimiento de 3 min. El tiempo total de corrida fue de 52,5 min; el volumen de inyección fue de 3 µL, empleándose el modo Split con una relación 20:1. El gas portador fue helio, con un flujo constante de 1 mL/min. La identificación de los componentes del aceite esencial se llevó a cabo utilizando el software MSD Chemstation (versión E02.00.493), comparando los espectros de masas obtenidos con los de las bibliotecas Flavor 2 y del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST, 08) (Ruiz *et al.*, 2015).

Cepas bacterianas

Las bacterias Gram positivas y Gram negativas como *Staphylococcus aureus* (Rosenbach, 1884) ATCC 25922 y *Escherichia coli* (Migula, 1895) ATCC 25923 fueron adquiridas del Instituto de Medicina Tropical Alexander von Humboldt del Hospital Cayetano Heredia, Lima, Perú, centro referencial. Para la obtención del inóculo bacteriano, se seleccionaron cuatro colonias aisladas de un cultivo con 24 h de crecimiento a 37 °C, las cuales se inocularon en tubos con 10 mL de caldo Infusión Cerebro Corazón (BHI) estéril. Luego, la turbidez del cultivo se ajustó a una concentración equivalente a 10⁸ UFC/mL,

correspondiente al tubo N° 5 de la escala de McFarland (1907). Finalmente, los cultivos fueron incubados durante 24 h.

Cepas de *Trypanosoma cruzi* utilizadas

El parásito *Trypanosoma cruzi* (Chagas, 1909), cepa Tulahuen, pertenece a la colección de criopreservados que se mantiene en el Laboratorio de Parasitología de Investigación de la Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV), Lima, Perú. La cepa fue reactivada mediante su cultivo en medios NNN (Novy-MacNeal-Nicolle) y LIT (Liver Infusión Tryptose), siguiendo los protocolos establecidos para su mantenimiento *in vitro*.

Preparación de stock del aceite de *Cedrela odorata* al 10% para el bioensayo

Para la preparación de la solución stock al 10% (v/v), se tomaron 50 µL del aceite esencial de *C. odorata* (100%) y se diluyeron en 450 µL de dimetilsulfóxido (DMSO, pureza ≥ 99,5%), obteniéndose un volumen final de 500 µL. A partir de esta solución stock, se prepararon los volúmenes y diluciones para la realización de los bioensayos.

Ensayo de actividad antibacteriana

Para el bioensayo se determinó la Concentración Mínima Inhibitoria (MIC) mediante la prueba de difusión en agar descrita por Kirby-Bauer (Bauer *et al.*, 1966). La inhibición del crecimiento de los microorganismos se da porque las moléculas presentes como principio activo las cuales fueron impregnadas en discos de papel filtro Whatman N°1 de 6 mm de diámetro previamente esterilizados. Se evaluaron diferentes concentraciones del aceite esencial de *C. odorata* (5%, 2,5%, 1,25%, 0,63%, 0,31%, 0,16%) preparadas a partir de la solución stock. Los discos fueron colocados en placas de agar Mueller-Hinton, previamente sembradas a una concentración de 1x10⁶ UFC; se incluyeron controles positivos (antibiótico), control del solvente (DMSO) y control negativo (medio de cultivo). Las placas fueron incubadas a 37 °C en estufa durante un período de 24 a 48 h. Transcurrido el tiempo, se evaluó la formación de halos de inhibición.

La actividad antimicrobiana del aceite esencial se evaluó en función del diámetro del halo de inhibición, mediante los siguientes criterios: Nula (-): inferior o igual a 8 mm; Sensible (+): de 9 a 14 mm; Sensible (++) de 15 a 19 mm.

Ensayo de actividad antiparasitaria

El ensayo antiparasitario se realizó mediante el método de microdilución en medio LIT. El ensayo se realizó en dos fases: en la primera fase se emplearon concentraciones

mayores del aceite esencial de *C. odorata*, las cuales fueron: 5%, 2.5%, 1.25%, 0.625%, 0.312%, 0.156%, incluyéndose controles del solvente DMSO y control negativo de parásito en cultivo LIT (Estevam *et al.*, 2017). En la segunda fase se evaluaron concentraciones bajas: (0,156 %, 0,078 %, 0,078 %, 0,039 %, 0,019 % y 0,004 %) incluyendo controles. Se sembraron suspensiones de epimastigotes de *T. cruzi* ajustadas a 1×10^6 de parásitos/ml; las placas fueron incubadas a 28°C, realizando lecturas cada 24 h. La evaluación de la actividad se realizó mediante un método semicuantitativo (+ = cruces), considerando la cantidad y movilidad de los parásitos en comparación con el control.

Ensayo de citotoxicidad

Se realizó exponiendo las células Vero a diferentes concentraciones del aceite esencial (2 %, 0,4 %, 0,8 %, 0,16 % y 0,32 %), incluyéndose controles de solvente y medios de cultivo. La viabilidad celular se determinó mediante el ensayo de MTT (3-(4,5-Dimetiltiazol-2-il) difeniltetrazolio). Posteriormente, se determinó la concentración de inhibición media (CI₅₀), definida como la concentración capaz de reducir la viabilidad celular en un 50%.

Aspectos éticos

El presente estudio cumplió con obtener permiso de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Lima, Perú, para adquirir plantones de *C. odorata* del vivero, asegurando que no se colectaran de áreas protegidas; en cuanto a los ensayos antimicrobianos y antiparasitarios, se realizaron utilizando cepas de referencia estándar (ATCC). En el ensayo biológico se consideraron medidas de bioseguridad de nivel 2, siguiendo las pautas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para evitar riesgos de contaminación en el laboratorio y prevenir riesgos de contaminación ambiental.

RESULTADOS

Composición Química del aceite esencial de *Cedrela odorata*

Se evidencia la composición química del aceite esencial de *C. odorata*; se observa que hubo ocho compuestos en mayor cantidad: β -cadineno (17,39 %), di-epi-1,10-cubenol (13,81 %), α -epi-murolool (13,54 %), α -cadinol (11,57 %), δ -cedrol (6,03 %), α -epi-Cadinol (5,45 %), cis-calameneno (3,26 %) y α -muuroleno (2,28%), con relación a los otros, de un total de 40 compuestos (Tabla 1).

Actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Cedrela odorata* frente a bacterias patógenas Gram positivas y Gram negativas

En la actividad antimicrobiana del aceite esencial de *C. odorata* frente a bacterias Gram positivas (*S. aureus*) y Gram negativas (*E. coli*), se observó la formación de halos de inhibición en los tratamientos 1 y 2 a concentraciones del 10 % y del 5 % (Tablas 2 y 3).

Actividad antiparasitaria del aceite esencial de *Cedrela odorata* frente a *Trypanosoma cruzi*

En el ensayo antiparasitario, se muestra una primera fase con el aceite esencial de *C. odorata*, donde se ve la actividad antiparasitaria (negativa en viabilidad) hasta la concentración más baja (0,156 %). Para determinar la actividad del aceite se realizó un segundo ensayo donde el aceite esencial mostró actividad hasta 0,078 % (Tablas 4 y 5).

Citotoxicidad – MTT “*in vitro*”

Los resultados del ensayo de citotoxicidad mostraron que el aceite esencial presenta una citotoxicidad baja a concentraciones reducidas, con un valor de CI_{50} de 0,32 %.

Tabla 1. Composición química del aceite esencial de *Cedrela odorata*.

Número	Nombre del compuesto (NIST08.L)	Fórmula molecular	t_R (min)	% en la muestra (áreas relativas)
1	α -Copaeno	$C_{15}H_{24}$	32,97	1,37
2	β -Elemeno	$C_{15}H_{24}$	33,57	0,81
3	β -Cariofileno	$C_{15}H_{24}$	35,12	0,57
4	(-)-Aristoleno	$C_{15}H_{24}$	35,97	0,25
5	α -Cariofileno	$C_{15}H_{24}$	36,69	0,67
6	Aloaromadendreno	$C_{15}H_{24}$	36,87	0,39
7	δ -Cadineno	$C_{15}H_{24}$	37,28	0,70
8	γ -Muuroleno	$C_{15}H_{24}$	37,39	0,68
9	α -Curcumeno	$C_{15}H_{22}$	37,54	1,85
10	β -Cubebeno	$C_{15}H_{24}$	37,72	1,73
11	Ledeno	$C_{15}H_{24}$	38,09	0,59
12	α -Muuroleno	$C_{15}H_{24}$	38,32	2,28
13	β -Curcumeno	$C_{15}H_{24}$	38,66	1,06
14	γ -Cadineno	$C_{15}H_{24}$	38,94	1,36
15	β -Cadinene	$C_{15}H_{24}$	39,08	17,39
16	cis-Calameneno	$C_{15}H_{22}$	39,30	3,26
17	1,2,3,4,4a,7-hexahidro-1,6-dimetil-4-(1-metil-etil)-naftleno	$C_{15}H_{24}$	39,67	0,77
18	α -Cadineno	$C_{15}H_{24}$	39,81	0,27
19	α -Calacoreno	$C_{15}H_{20}$	40,03	0,70

20	Elemol	C ₁₅ H ₂₆ O	40,23	0,74
21	β-Calacoreno	C ₁₅ H ₂₀	40,77	0,41
22	Desconocido	C ₁₅ H ₂₆ O	41,20	0,30
23	gleenol	C ₁₅ H ₂₆ O	41,65	1,24
24	(-)-Globulol	C ₁₅ H ₂₆ O	41,74	1,07
25	Desconocido	C ₁₅ H ₂₄	41,83	0,35
26	α-Guaiol	C ₁₅ H ₂₆ O	42,12	1,58
27	β-Eudesmol	C ₁₅ H ₂₆ O	42,42	1,35
28	Cubenol	C ₁₅ H ₂₆ O	42,70	1,03
29	Di-epi-1,10-cubenol	C ₁₅ H ₂₆ O	43,12	13,81
30	γ-Eudesmol	C ₁₅ H ₂₆ O	43,27	0,52
31	Desconocido	C ₁₅ H ₂₆ O	43,36	0,54
32	α-epi-Cadinol	C ₁₅ H ₂₆ O	43,57	5,45
33	α-epi-Muurolol	C ₁₅ H ₂₆ O	43,63	13,54
34	δ-Cedrol	C ₁₅ H ₂₆ O	43,71	6,03
35	α-Cadinol	C ₁₅ H ₂₆ O	44,03	11,57
36	α-Eudesmol	C ₁₅ H ₂₆ O	44,09	0,81
37	α-Selineno	C ₁₅ H ₂₄	44,21	0,51
38	(E)-hidrato de sesquisabineno	C ₁₅ H ₂₆ O	44,38	0,83
39	Desconocido	C ₁₅ H ₂₆ O	44,56	0,41
40	Juniper canfor	C ₁₅ H ₂₆ O	45,39	1,21

Tabla 2. Actividad antibacteriana (mm) del aceite esencial de *Cedrela odorata* frente a *Staphylococcus aureus* en diferentes concentraciones: método de Kirby-Bauer.

Número de tratamiento	Concentración del aceite esencial puro	Lectura de formación de halo a las 24 h		
		placa 1	placa 2	placa 3
1	10	+++	+++	+++
2	5	+	++	+
3	2,5	-	-	-
4	1,25	-	-	-
5	0,63	-	-	-
6	0,31	-	-	-
Control (ATB Gram +)		+++	+++	+++
7 Control (diluyente S.S)		-	-	-

Tabla 3. Actividad antibacteriana (mm) del aceite esencial de *Cedrela odorata* frente a *Escherichia coli* en diferentes concentraciones: método de Kirby-Bauer.

Número de tratamiento	Aceite esencial puro del stock y diluido en %	Lectura de formación de halo a las 24 h		
		placa 1	placa 2	placa 3
1	10	++	++	+++
2	5	+	+	+
3	2,5	-	-	-
4	1,25	-	-	-
5	0,63	-	-	-
6	0,31	-	-	-
Control (ATB Gram +)		+++	+++	+++
7 Control (diluyente S.S)		-	-	-

Nula (-): inferior o igual a 8 mm; Sensible (+): de 9 a 14 mm. Sensible (++) de 15 a 19 mm. Sensible (+++): superior a 20 mm.

Tabla 4. Actividad antiparasitaria del aceite esencial de *Cedrela odorata* sobre los epimastigotes de *Trypanosoma cruzi*.

Número de tratamiento	Vol. medio LIT conteniendo 10 ⁶ (volumen en ul)	Compuesto al 10% (volumen en ul)	Vol. De medio LIT	Porcentaje final del compuesto	Lectura de viabilidad a las 24 h
1	100	100		5	Negativo
2	100	50	50	2,5	Negativo
3	100	25	75	1,25	Negativo
4	100	12,5	87,5	0,625	Negativo
5	100	6,3	93,7	0,312	Negativo
6	100	3,1	96,9	0,156	Negativo
Control	100		100		Positivo

Viable (positivo); No viable (negativo).

Para encontrar la mínima concentración biocida, se realizaron diluciones seriadas a partir de 0,56 %.

Tabla 5. Actividad antiparasitaria a partir de la dilución 1,56 %.

Número de tratamiento	Porcentaje final del compuesto	Lectura de viabilidad hasta las en 24 h
1	0,156	Negativo
2	0,078	Negativo
3	0,039	Positivo
4	0,019	Positivo
5	0,009	Positivo
6	0,004	Positivo
Control	medio LIT	Positivo

DISCUSIÓN

A partir de 1260 g de parte aérea de *C. odorata*, se obtuvieron 135 µl de aceite esencial, dando un rendimiento de 0,011 %, menor que lo reportado por Lemus *et al.* (2022), quienes obtuvieron un rendimiento de 0,58 % a partir de hojas de *C. odorata*; esto podría atribuirse a que el material utilizado en esta investigación fue de plántones jóvenes de *C. odorata*. El análisis del aceite esencial mediante GC-MS permitió identificar 40 compuestos que comprenden el 100% de la composición total. En el trabajo se reporta los compuestos identificados donde se destacan ocho compuestos mayoritarios: β-cadineno (17,39 %), di-epi-1,10-cubenol (13,81 %), α-epi-murolol (13,54 %), α-cadinol (11,57 %), δ-cedrol (6,03 %), α-epi-Cadinol (5,45 %), cis-calameneno (3,26 %) y α-muuroleno (2,28%); estos resultados difieren de los reportados por Campos *et al.* (1991), quienes analizaron la composición química de aceite esencial a partir de un extracto hexánico encontrándose: α-copaeno, β-elemeno, α-muuroleno, calameneno, guayazuleno, dihidroguayazuleno, torreyol, γ-muuroleno, nerolidol, α-cubebeno. Las diferencias observadas podrían atribuirse al método de extracción, ya que en este trabajo se usó el método de hidrodestilación, mientras que Campos *et al.* (1991) emplearon la extracción con hexano. Asimismo, Lemus *et al.* (2022) reportaron: cariofileno (34,12 %) y germacreno D (36,85 %), mientras que en esta investigación se encontró 0,57 % de cariofileno. Suarez *et al.* (2018) identificaron los siguientes compuestos: δ-cadineno (26 %), β-curcumenol (13 %) y calareno (6 %), mientras que en este trabajo se encontraron: δ-cadineno en un 0,7 % y β-curcumenol en un 1,06 %. Como se evidencia, el contenido de aceite esencial de la *Cedrela* es variable y depende de varios factores, como el lugar de recolección, la edad de la planta y el método de extracción.

La actividad antimicrobiana del aceite esencial de *C. odorata* frente a bacterias Gram positivas (*S. aureus*) y Gram negativas (*E. coli*). Se observó la formación de halos de inhibición en las concentraciones máximas, teniéndose tres cruces (+++) a 10 % y (5 %) con diámetros superiores a 20 mm y entre 9 y 14 mm, respectivamente; en las concentraciones menores no se observó actividad inhibitoria. Estos resultados concuerdan con Abadie *et al.* (2014), quienes señalan que los extractos de *C. odorata* y *Alchornea triplinervia* Spreng tuvieron mayor actividad frente a *S. aureus*, con una CIM = 15,62 y 62,5 mg/ml, respectivamente; Villanueva *et al.* (2009) reportaron actividad antimicrobiana del aceite esencial de corteza de *C. odorata*, mostrando actividad frente a *S. aureus* (CMI 625 µg/mL) y *E. coli* (CMI 1250 µg/mL).

En una primera fase, el aceite esencial de *C. odorata* mostró actividad antiparasitaria hasta la concentración más baja (0,078 %) (tabla 4). Para determinar la actividad del aceite se realizó un segundo ensayo donde el aceite esencial mostro actividad hasta 0,078 % (tabla 5); Estos resultados obtenidos son comparables con el trabajo realizado por Leite *et al.* (2008), donde evaluaron extractos crudos de diferentes partes botánicas de *Cedrela fissilis* Vell para determinar su actividad tripanocida en ensayos *in vitro* e *in vivo* quienes mostraron que los extractos de raíz extraídos con diclorometano fueron los más activos, reduciendo el número de parásitos en la sangre del ratón infectado en un 97,4 %.

El rendimiento de obtención del aceite esencial de *C. odorata* fue de 0,011 %, se identificaron 40 compuestos del aceite esencial de hojas y tallos de *C. odorata*, donde se evidenció 8 compuestos mayoritarios β-cadineno (17,39), di-epi-1,10-cubenol (13,81 %), α-epi-Murolol (13,54 %), α-cadinol (11,57 %), δ-cedrol (6,03 %), α-epi-Cadinol (5,45 %), cis-calameneno (3,26 %) y α-muroleno (2,28%).

Existe actividad antimicrobiana del aceite esencial de *C. odorata* frente a las bacterias *S. aureus* y *E. coli* en concentraciones bajas. El aceite esencial de *C. odorata* tiene actividad antiparasitaria bastante prometedora porque la acción biocida sobre *T. cruzi* se da en bajas concentraciones. En la exposición de las células Vero, en el ensayo de citotoxicidad, se mostró que el aceite esencial presenta una citotoxicidad a bajas concentraciones.

La limitación encontrada en el presente trabajo fue el tomar como ensayo el material vegetal en su estado fenológico juvenil.

Author contributions: CRediT (Contributor Roles Taxonomy)

CRM = Candy Ruiz-Martel

GSF = Gloria Saez-Flores

KFF = Katherine Figueroa-Flores

EMM = Edith Malaga-Machaca

Conceptualization: CRM, GSF

Data curation: CRM, GSF

Formal Analysis: CRM, GSF

Funding acquisition: CRM, GSF

Investigation: CRM, GSF

Methodology: CRM, GSF, KFF, EMM

Project administration: CRM

Resources: CRM, GSF, KFF, EMM

Software: CRM, GSF, KFF, EMM

Supervision: CRM, GSF

Validation: CRM, GSF

Visualization: CRM, GSF

Writing – original draft: CRM, GSF

Writing – review & editing: CRM, GSF

AGRADECIMIENTO

Agradecer al Concurso de Proyectos de Investigación con Incentivos 2023 de la Universidad Nacional Federico Villarreal por el financiamiento de este trabajo de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abadie, R., Medina, R., Ruiz, L., & Tresierra-Ayala, A. (2018). Antibacteriana de extractos vegetales frente a cepas intrahospitalarias, Iquitos-Perú. *Revista de la ECI Perú*, 11, 31–38.

- Alzamora, L., Morales, L., Armas, L., & Fernández, G. (2001). Medicina tradicional en el Perú: Actividad antimicrobiana in vitro de los aceites esenciales extraídos de algunas plantas aromáticas. *Anales de la Facultad de Medicina*, 62, 156–161.
- Ávila, L., Baquero, E., Viña, A., & Murillo, E. (2006). Actividad antibacteriana de *Diplostephium tolimense* Cuatrec. (Asteraceae) frente a *Staphylococcus aureus*. *Vitae*, 13, 55–60.
- Bajer, T., Janda, V., Bajerová, P., Kremr, D., Eisner, A., & Ventura, K. (2016). Chemical composition of essential oils from *Plantago lanceolata* L. leaves extracted by hydrodistillation. *Journal of Food Science and Technology*, 53, 1576–1584.
- Bauer, A.W., Kirby, W.M., Sherris, J.C., & Turck, M. (1966). Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *American Journal of Clinical Pathology*, 45, 493–496.
- Campos, A., Oliveira, F., Iracema, M., Machado, F., Matos, F., & Braz-Filho, R. (1991). Triterpenes from *Cedrela odorata*. *Phytochemistry*, 30, 1225–1229.
- Estevam, E.B.B., De Deus, I.P.B., Da Silva, V.P., Da Silva, E.A.J., Alves, C.C.F., Alves, J.M., Cazal, C.M., Magalhães, L.G., Pagotti, M.C., Esperandim, V.R., Souza, A.F., & Miranda, M.L.D. (2017). In vitro antiparasitic activity and chemical composition of the essential oil from *Protium ovatum* leaves (Burceraceae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 89, 3005–3013,
- Giordani, M., Collicchio, T., Ascêncio, S., de Oliveira Martins, D., Balogun, S., & Bieski, I. G. (2015). El extracto hidroetanólico de la corteza interna del tallo de *Cedrela odorata* presenta baja toxicidad y reduce la hiperglucemia inducida por una sobrecarga de sacarosa y glucosa. *Journal of Ethnopharmacology*, 162, 352–361.
- Huamani, M., & Ruiz, J. (2025). *Determinación de la actividad antifúngica contra Candida albicans y Aspergillus niger de 10 plantas medicinales de 3 departamentos del Perú* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
- Kipassa, N., Iwagawa, T., Okamura, H., Doe, M., Mrimoto, Y., & Nakatani, M. (2008). Limonoids from the stem barks of *Cedrela odorata*. *Phytochemistry*, 69, 1782–1787.
- Leite, A., Ambrozín, A., Fernandes, J., Vieira, P., das Graças Fernandes da Silva, M., & de Albuquerque, S. (2008). Trypanocidal activity of limonoids and triterpenes from *Cedrela fissilis*. *Planta Medica*, 74, 1795–1799.

- Lemus, A., Barrera-Cortés, J., Lina-García, L., Ramos-Valdivia, A., & Santillán, R. (2022). Nanoemulsified formulation of *Cedrela odorata* essential oil and its larvicidal effect against *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). *Molecules*, 27, Artículo 2975.
- McFarland, J. (1907). The neophelometer. An instrument for estimating the number of bacteria in suspensions used for calculating the Opsonic Index and for Vaccines. *Journal of the American Medical Association*, 49, 1176-1178.
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2018). *Evaluación dendrológica y anatómica de las especies del género Cedrela*. Dirección de Conservación Sostenible de Ecosistemas y Especies.
- Nogueira, T.S.R., Passos, M.D.S., Nascimento, L.P.S., Arantes, M.B.D.S., Monteiro, N.O., Boeno, S.I.D.S., Junior, A.D.C., Azevedo, O.A., Santa-Tierra, W., Vieira, M.G.C., Braz-Fiho, O., & Curcino-Vieira, I.J. (2020). Chemical Compounds and Biologic Activities: A Review of *Cedrela* genus. *Molecules*, 25, 5401.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2015). *Plan de acción mundial sobre la resistencia a los antimicrobianos*. <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241509763>
- Pari-Olarte, J., Cuba-García, P., Almeida-Galindo, J., Aliaga-Guillén, N., Solano-García, C., & Chacaltana-Ramos, L. (2021). Factores asociados con la automedicación no responsable en el Perú. *Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo*, 14, 29–34.
- Paz, E., Ponce de León, D., & Ramírez, R. (2008). Resistencia bacteriana en cuidados intensivos y tendencia actual: Departamento de Cuidados Críticos, Servicio de Cuidados Intensivos del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen, EsSalud, Lima, Perú, 2004-2006. *Acta Médica Peruana*, 25, 140–147.
- Pfaller, M., & Diekema, D. (2007). Epidemiology of invasive candidiasis: A persistent public health problem. *Clinical Microbiology Reviews*, 20, 133–163.
- Rodríguez-Rodríguez, L., Jiménez-Rodríguez, A., Murillo-Arango, W., Rueda-Lorza, E., & Méndez-Arteaga, J. (2017). Actividad antimicrobiana de cáscaras y semillas de *Citrus limonia* y *Citrus sinensis*. *Actualidades Biológicas*, 39, 53–59.
- Ruiz, C., Díaz, C., & Rojas, R. (2015). Composición química de aceites esenciales de 10 plantas aromáticas peruanas. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 81, 81–94.

- Suarez, A.V., Satyal, P., & Setzer, W.N. (2018). Volatile components of the wood of Spanish cedar, *Cedrela odorata*, from Costa Rica. *American Journal of Essential Oils and Natural Products*, 6, 27-30.
- Subratti, A., Vidal, J., Lalgee, L., Kerton, F., & Jalsa, N. (2021). Preparation and characterization of biochar derived from the fruit seed of *Cedrela odorata* L and evaluation of its adsorption capacity with methylene blue. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 21, Artículo 100421.
- Uddin, T., Chakraborty, A., Khusro, A., Zidan, B. M., Mitra, S., & Emran, T. (2021). Antibiotic resistance in microbes: History, mechanisms, therapeutic strategies and future prospects. *Journal of Infection and Public Health*, 14, 1750–1766.
- Vázquez-Cabrera, N., Espinosa-Márquez, A., & Cedillo-Ramírez, M. (2023). Evolución histórica de la Organización Mundial de la Salud y la resistencia a los antimicrobianos. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 47, Artículo e51.
- Villanueva, H., Tuten, J., Haberc, W., & Setzer, W. (2009). Chemical composition and antimicrobial activity of the bark essential oil of *Cedrela odorata* from Monteverde, Costa Rica. *Der Pharmacia Lettre*, 1, 14–18.
- Yagui-Moscoso, M. (2024). El enfoque Una Salud y la resistencia a los antimicrobianos: Implementación en el Perú. *Anales de la Facultad de Medicina*, 85, 85–91.
- Received August 6, 2026.
- Accepted September 26, 2026.