

COMPOSICIÓN QUÍMICA, ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE, ANTIMICROBIANA Y ANTIFÚNGICA DEL ACEITE ESENCIAL DE HOJAS Y FLORES DE *POROPHYLLUM RUDERALE* (JACQ.) CASS. SUBSP. *MACROCEPHALUM* (DC.) R.R. JOHNSON “HIERBA DE GALLINAZO”

Tito Segura Vilchez^{*a}, Américo Castro Luna^b, Norma Ramos Cevallos^b, Mario Alcarraz Curi^c, Luis Inostroza Ruiz^b, Felix Castillo Morales^b

RESUMEN

Se analizó la composición química, actividad antioxidante, antimicrobiana y antifúngica del aceite esencial de hojas y flores de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson originaria de las provincias de Jaén y San Ignacio en Cajamarca. Los compuestos químicos de mayor concentración detectados mediante un análisis de Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS) en el aceite esencial fueron D-Limoneno (62,85%), 1-Undeceno (10,20%) y Cariofileno (5,08%). Se realizaron los métodos de actividad antioxidante por DPPH•, ABTS•+ y FRAP; mientras que la actividad antimicrobiana y antifúngica fueron realizados por el método por difusión en agar. Se obtuvo un TEAC de 3,0951 mg Trolox®/ g muestra por el método del radical libre DPPH•, un TEAC de 2,6942 mg Trolox®/ g muestra por el método del radical catiónico ABTS•+ y un AAEAC de 0,774 mg Ácido ascórbico/ g muestra por el método FRAP, lo cual indica que el aceite esencial no tiene una actividad antioxidante relevante. Además, se observó un halo de inhibición mínimo respecto a la actividad antimicrobiana para la cepa de *Streptococcus mutans* y no presento ningún halo de inhibición respecto a la actividad antifúngica. Se sabe que la subespecie *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson podría presentar cierta actividad antioxidante y antimicrobiana debido al D-limoneno en su composición química, sin embargo, esto no se pudo apreciar en el presente estudio.

Palabras clave: Composición química, antioxidante, antimicrobiana, antifúngica, *Porophyllum ruderale macrocephalum*.

^a Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Norbert Wiener, Jr. Larrabure y Unanue 110, Av. Arequipa 440, Lima 23, Perú, seguravilchez@yahoo.es

^b Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Av. Miguel Grau 755, Lima 23, Perú.

^c Departamento Académico de Microbiología Y Parasitología, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Av. Germán Sede Central Jorge Basadre, Lima 15081, Perú.

**CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIOXIDANT ACTIVITY
OF ESSENTIAL OIL FROM LEAVES AND FLOWERS OF
POROPHYLLUM RUDERALE (JACQ.) CASS. SUBSP.
MACROCEPHALUM (DC.) R.R. JOHNSON “HIERBA DE
GALLINAZO”**

ABSTRACT

The chemical composition, antioxidant, antimicrobial and antifungal activity of the essential oil of leaves and flowers of *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson from the provinces of Jaén and San Ignacio in Cajamarca were analyzed. The chemical compounds with the highest concentration detected using gas chromatography coupled to mass spectrometry (GC-MS) analysis in the essential oil were D-Limonene (62,85%), 1-Undecene (10,20%) and Caryophyllene (5,08%). Antioxidant activity methods were performed by DPPH•, ABTS•+ and FRAP; while antimicrobial and antifungal activity were performed by agar diffusion method. A TEAC of 3,0951 mg Trolox®/ g sample was obtained by the DPPH• free radical method, a TEAC of 2,6942 mg Trolox®/ g sample by the ABTS•+ cation radical method and an AAEAC of 0,774 mg Ascorbic acid/ g sample by the FRAP, indicating that the essential oil has no relevant antioxidant activity. In addition, a minimal inhibition halo was observed with respect to antimicrobial activity for the *Streptococcus mutans* strain and no inhibition halo was observed with respect to antifungal activity. It is known that the subspecies *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson could present some antioxidant and antimicrobial activity due to the D-limonene in its chemical composition, however, this could not be appreciated in the present study.

Key words: *Chemical composition, antioxidant, antimicrobial, antifungal, Porophyllum ruderale macrocephalum.*

INTRODUCCIÓN

El territorio peruano es reconocido por su gran riqueza vegetal, en donde cada especie posee diferentes propiedades como son las actividades terapéuticas, antioxidantes, antienvjecimientos y fotoprotectoras. Sin embargo, no todas las especies pertenecientes a este país se han estudiado más allá de su uso tradicional, por lo que, se hace necesario un mayor número de estudios para corroborar dichas actividades, ya sea mediante métodos in vitro e in vivo en el mejor de los casos. Dichos estudios se centran mayormente en la captación de radicales libres de ciertos compuestos químicos. Ya que las especies reactivas de oxígeno (ROS) pueden generar un estrés oxidativo en distintas estructuras intra y extracelulares. Pueden generar la carcinogénesis al reaccionar con las cadenas de ADN, produciendo mutaciones¹. Diversas investigaciones sobre compuestos químicos en aceites esenciales han demostrado que los más comunes pertenecen a la familia de los triterpenoides y fenil-propánicas, las cuales se encuentran almacenadas en los tejidos secretores de vegetales aromáticos^{2,3}. La *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass es una especie perteneciente a la familia Asteraceae, conocida comúnmente como “hierba del gallinazo”, dentro de su descripción etnobotánica encontramos que es una hierba

erecta de 1 m de altura y aromática con olor desagradable. Generalmente es empleada por sus propiedades depurativas y antiinflamatorias⁴ Kouassi et al. (2020)⁵ desarrollaron un estudio en donde evaluaron la composición química del aceite esencial de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson, el cual se obtuvo por destilación al vapor y analizados por Cromatografía de Gases acoplada a Espectroscopía de Masas, obteniéndose como resultado la identificación de monoterpenos (94,69 %), hidrocarburos aromáticos (4,39 %) y sesquiterpenos (0,27 %). Los compuestos mayoritarios son β -mirceno (35,52 %), γ terpineno (26,37 %), β -pineno (21,65 %), limoneno (9,26 %) y 1- undeceno (4,39 %). Así mismo, Villa (2018)⁶, en un estudio se propuso evaluar la composición química del aceite esencial de las hojas frescas de *Porophyllum ruderale* subsp *macrocephalum* y hojas secas de *Porophyllum tagetoides*. La obtención de los aceites esenciales se realizó por el método de hidrodestilación según el sistema Clevenger. La evaluación de la composición química de los aceites esenciales se llevó a cabo mediante cromatografía de gases acoplado a un espectrómetro de masas con un detector de HP 5973 (GC-MS). En el AE de las hojas frescas de *Porophyllum ruderale* se encontraron 11 compuestos y de las hojas secas de *Porophyllum ruderale* se encontraron 13 compuestos. El 72,72% de los compuestos correspondió a hidrocarburos, el 18,18% a hidrocarburos cíclicos, el 9,09% a diterpenos y el 0,01% restante estuvo compuesto por metabolitos traza. Conde et al. (2014)⁷, desarrollaron un estudio donde evaluaron la actividad antioxidante de las hojas de *Porophyllum ruderale* empleando la metodología de ABTS, utilizaron un sistema de extracción con agitación o ultrasonido con cinco tipos de solventes (agua, etanol 50:50% v/v :agua, 70:30 % v/v de etanol:agua, 85:15 % v/v de etanol: 1,5 N HCl y etanol), obteniendo como resultado que las hojas de *Porophyllum ruderale* contienen de 4,88–64,99 mg de T/g d.s., tales resultados dependen del tipo de sistema de extracción, así como el tipo de solvente, por lo que el estudio concluye que la mayor cantidad de actividad antioxidante se observó en el extracto de etanol al 70% de P. ruderale fresco obtenido por agitación. Además, se evaluó la capacidad antioxidante del aceite esencial de hojas frescas de *Porophyllum ruderale* subsp *macrocephalum* y secas de *Porophyllum tagetoides*. La evaluación de la capacidad antioxidante fue mediante los métodos ABTS y DPPH. Los resultados muestran que el aceite esencial de hojas de *Porophyllum ruderale* posee un 71,31% de inhibición del radical ABTS y 14% de inhibición del radical DPPH, obteniendo así mayor capacidad antioxidante que el obtenido por el aceite esencial de las hojas secas de *Porophyllum tagetoides*. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar los compuestos químicos presentes en el aceite esencial de hojas y flores de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson, evaluar su actividad antioxidante y anti-Candida albicans.

PARTE EXPERIMENTAL

Colecta y tratamiento de las muestras

Las hojas y flores de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson se obtuvieron de las provincias de Jaén y San Ignacio; en la Región Cajamarca; ubicadas al norte de la región. La colecta se realizó durante el mes de setiembre del año 2022. Las hojas y flores se colocaron directamente al aire libre con exposición directa a la luz solar. Posteriormente se realizó la certificación de clasificación taxonómica.

Obtención del aceite esencial

Se realizó la obtención del aceite esencial de hojas y flores de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson mediante un destilador por arrastre por vapor de agua semiindustrial de acero inoxidable. Cada arrastre fue de 6 Kg y se trabajó con 18 Kg de materia vegetal seca. Luego, se caracterizó al aceite esencial calculando su densidad relativa mediante un picnómetro y el pH fue medido con un potenciómetro electrónico.

Determinación de la composición química

Se determinó la composición química del aceite esencial de hojas y flores de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson mediante el método de Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS) de Inyección líquida, el modelo del equipo fue SHIMADZU GC-2010 PLUS. Se utilizó una columna cromatográfica de 30m x 0,25mm x 0,25µm a una temperatura de 25°C. Por otro lado, el caudal utilizado fue de 0,2 ml/min, el volumen de inyección fue 5µl⁸. Posteriormente, se realizó la identificación de los compuestos químicos volátiles de la muestra, se comparó los tiempos de retención y los datos espectrales con la librería NIST 2014⁹.

Determinación de la actividad antioxidante in vitro por el método de captación del radical 2,2-difenil-1-picrihidrazil (DPPH•)

La actividad antioxidante por el método DPPH• se realizó según Brand et al.¹⁰, se preparó la solución stock de DPPH• a una concentración de 0,4mg/ml en metanol y se almacenó en un frasco color ámbar en refrigeración. Posterior a ello, se preparó la solución de trabajo con 2ml de solución stock y 25ml de metanol, todo esto en un frasco ámbar para evitar la foto reducción. Luego, se realizaron diversas diluciones de concentración en un rango de 3mg/ml y 15mg/ml del aceite esencial de hojas y flores de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson y se le añadió 800µl de solución de trabajo e DPPH•, se usó un blanco y como estándar se usó Trolox® en un rango de concentraciones de 0,4µg/ml y 5µg/ml. Finalmente, se dejó reposar las soluciones en oscuridad plena por 30 minutos y se procedió a leer en un espectrofotómetro Thermo Scientific, GENESYS 10S UV-VIS a una longitud de onda de 517nm.

Los resultados finales del método se expresaron en IC50 (Porcentaje de inhibición del 50% de radicales libres DPPH•) (11):

$$\% \text{Inhibición} = (\text{Abs.Control} - \text{Abs.Muestra}) / (\text{Abs.Control}) \times 100$$

Y en TEAC (Capacidad antioxidante equivalente a µg EqTrolox/g muestra):

$$\text{TEAC} = \text{IC50} (\mu\text{g Trolox/ml}) / \text{IC50} (\text{mg muestra/ml})$$

Determinación de la actividad antioxidante in vitro por el método de captación del radical ácido 2,2'-azinobis (3-etilbezotiazolin)- 6-sulfónico (ABTS•+)

La actividad antioxidante por el método ABTS•+ se realizó por el método modificado de Re et al.¹², para esto, se diluyó el catión ABTS•+ con agua destilada a una concentración de 3,84 g/L obteniendo así la solución madre. El radical libre se formó al hacer reaccionar la solución madre con 662,38 mg/L de persulfato de potasio evitando la exposición con la luz. Se diluyó esta última con agua destilada hasta obtener una absorbancia de 0,7 a

una longitud de onda de 734nm. Posterior a ello, si diluyó el aceite esencial de hojas y flores de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson con dimetilsulfoxido en un rango de concentraciones de 0,3mg/ml y 3mg/ml con 980µl de solución de trabajo, se comparó con un blanco y su estándar fue Trolox® en un rango de concentraciones de 50µg/ml y 400µg/ml. Finalmente, se dejó reposar las soluciones en oscuridad plena por 7 minutos y se procedió a leer en un espectrofotómetro Thermo Scientific, GENESYS 10S UV-VIS a una longitud de onda de 734nm.

Los resultados finales del método se expresaron en IC50 (Porcentaje de inhibición del 50% de radicales libres DPPH•):

$$\% \text{Inhibición} = (\text{Abs.Control} - \text{Abs.Muestra}) / (\text{Abs.Control}) \times 100$$

Y en TEAC (Capacidad antioxidante equivalente a µg EqTrolox/g muestra):

$$\text{TEAC} = \text{IC50} (\mu\text{g Trolox/ml}) / \text{IC50} (\text{mg muestra/ml})$$

Determinación de la actividad antioxidante in vitro por el método del poder antioxidante de reducción férrica (FRAP)

La actividad antioxidante mediante la capacidad para reducir el hierro férrico presente en un complejo con la 2,4,6 - tri (2-piridil)-s-triazina (TPTZ) hasta la formación ferrosa se realizó por el método según Benzie et al.¹³, el reactivo FRAP se preparó con amortiguador de acetato al 0,3M, pH 3,6; con una solución de Tris a 10mM (2-pyridyl)-s-triazina (TPTZ) en HCl al 40 mM; y FeCl₃ al 20 mM, en una proporción 10:1:1. Seguidamente, se preparó la solución madre de 2 mg/mL de muestra, en base a ello se realizó diluciones a partir de 1 mg/ml hasta 6 mg/ml. En este caso, se usó ácido ascórbico como estándar por lo que la curva de calibración en concentraciones de 5 µmol/L a 20 µmol/L. Por último, se colocaron en un tubo de ensayo 50µL de la muestra problema y 950µL de la solución de trabajo de FRAP, luego se agitó y se dejó en reposo en un ambiente oscuro por 15 minutos, posteriormente se midió la lectura de absorbancias a 593 nm.

Los resultados finales del método se expresaron en AAEAC (capacidad antioxidante equivalente al ácido ascórbico) el cual será medido en mg de ácido ascórbico/g de muestra o µmol ácido ascórbico/g muestra¹⁴.

Determinación de la actividad antimicrobiana y antifúngica

Se evaluó el potencial antimicrobiano del aceite esencial extraído de las hojas de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson contra las bacterias: *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 9027), *Salmonella enterica* subsp. *enterica* (ATCC 14028), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Streptococcus mutans* (ATCC 25175), *Streptococcus oralis* (ATCC 6249) y las levaduras: *Candida Albicans* (ATCC 14053) *Saccharomyces cerevisiae* (ATCC 9763). Las condiciones de incubación fueron 30°C para las levaduras y 37°C para bacterias ambas a 160 RPM. Las suspensiones microbianas obtenidas se estandarizaron a una D.O. de 0.8 en espectrofotómetro para cada cepa. Para evaluar el potencial antimicrobiano de este aceite esencial se prepararon soluciones con concentraciones de 100, 50, 25, 12.5 mg/mL. Siguiendo la metodología de Rojas, et al. (2020)¹⁵, el ensayo se realizó a través de la difusión en pozos. Inicialmente haciendo uso de un hisopo estéril se cultivó cada bacteria y levadura en el medio que correspondiera, luego con un sacabocado estéril se realizaron pocillos (6 mm), en cada uno de estos pozos se depositaron 80 uL del aceite

esencial disuelto con Dimetil Sulfoxido (DMSO). Finalmente, las condiciones de incubación fueron las mismas durante todo el proceso. La lectura de este ensayo se realizó luego del periodo de incubación midiendo cada halo de inhibición alrededor de los pocillos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Obtención del aceite esencial

Las características generales del aceite se pueden apreciar en la tabla 1.



Figura 1. Hojas y flores secas de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson.

Tabla 1. Características del aceite esencial de hojas y flores de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass.

Constantes	Valores
Rendimiento en seco	0,02 % v/p
Densidad	0,941 g/ml
pH	4,5

Determinación de la composición química

El análisis cromatográfico de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS) indicó como compuestos fitoquímicos volátiles de mayor área del cromatograma: D-Limoneno (62,85%), 1-Undeceno (10,20%) y Caryofileno (5,08%).

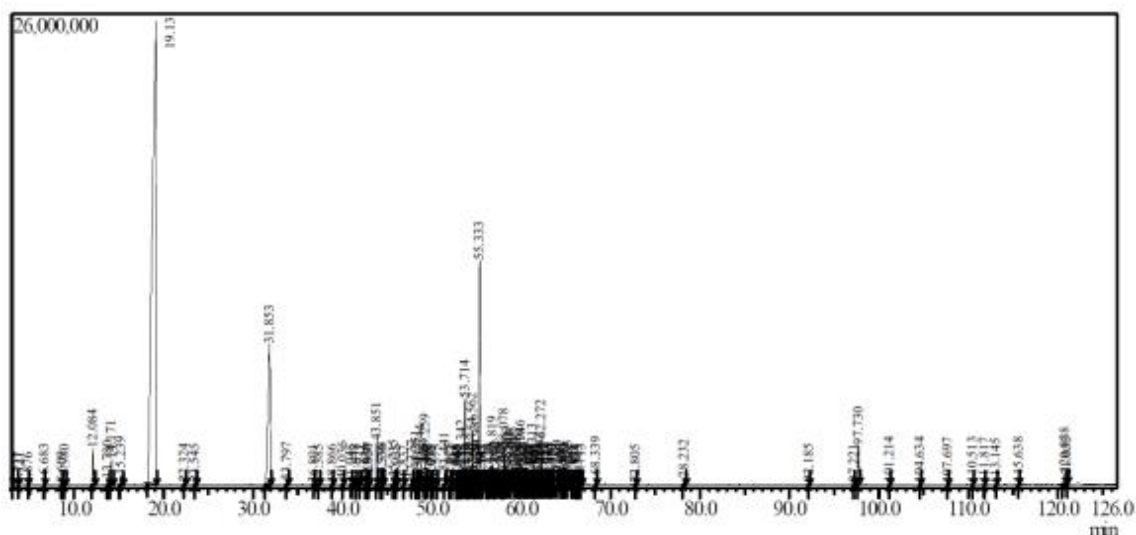


Figura 2. Cromatograma de los compuestos volátiles del aceite esencial de hojas y flores de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson de 0 a 126 minutos.

Tabla 2. Datos cromatográficos de los compuestos químicos mayoritarios del aceite esencial de hojas y flores de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson

Pico #	Tiempo de retención (min.)	% área	Nombre
7	12,084	1,13	Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-
9	14,171	1,00	.beta.-Myrcene
11	19,131	62,85	D-Limonene
14	31,853	10,20	1-Undecene
26	43,851	0,99	Decanal
36	49,259	0,77	2-Docecenal, (E)-
50	53,714	1,80	(1R,3aS,5aS,8aR)-1,3a,4,5a-Tetramethyl-1,2,3,3a,5a,6,7,8
55	54,562	1,07	(1R,3aS,5aS,8aR)-1,3a,5a-Trimethyl-4-methylenedecahyd
59	55,333	5,08	Caryphyllene
65	56,819	0,83	Humulene
71	58,078	0,72	Germacrene D
95	62,272	1,07	Caryphyllene oxide
121	97,730	0,93	Neophytadiene
129	120,838	0,75	.gamma.-Sitosterol
	Total	89,19	

Específicamente en la planta *Porophyllum ruderale*, autores como Rondón *et al.* (16) (2008) han descrito los componentes presentes en el aceite esencial de esta planta siendo estos principalmente D-limoneno, b-felandreno, sabineno, terpineol, etc. Estos compuestos se asemejan a los reportados por Vázquez *et al.* (2021)¹⁷, siendo el limoneno un terpeno caracterizado por ser un compuesto volátil capaz de producir una intoxicación neurotóxica en larvas de *Aedes aegypti*. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en el presente estudio, colocando al limoneno como compuesto químico principal en el aceite esencial de hojas y flores de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson.

Determinación de la actividad antioxidante por el método de 2, 2- difenil-1-picrilhidrazil (DPPH)

Se tomo 3ml de solución stock de DPPH• al 40% en metanol y se diluyo con 42 ml de metanol, presentando una absorbancia de 0,682.

Tabla 3. Captación de radical libre de DPPH• de Trolox®.

Concentración de Trolox® (µg/mL)	Absorbancia	Inhibición de DPPH•	IC50 (µg/mL)
0	0,4694	0 %	
0,42	0,4338	7,59 %	
0,83	0,4008	14,61 %	2,5489
1,67	0,3226	31,28 %	
3,33	0,1575	66,46 %	

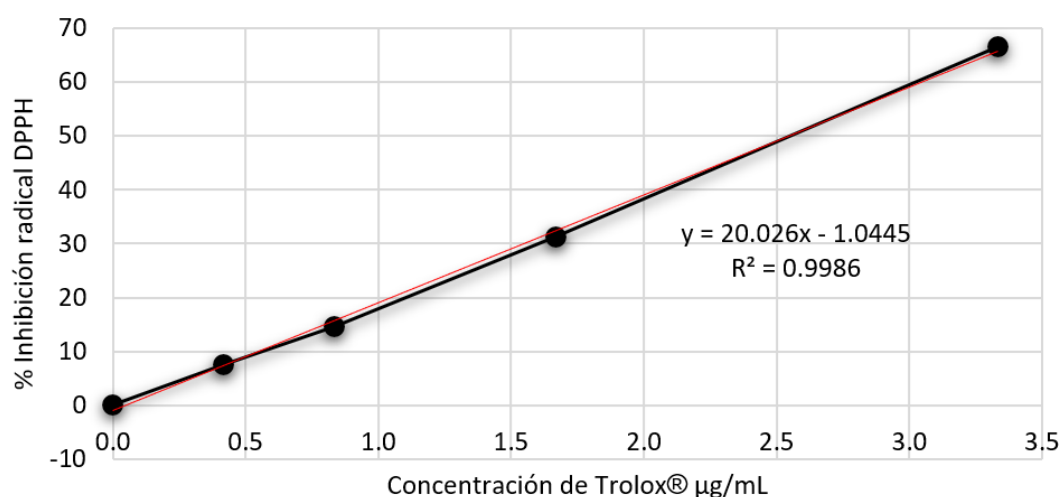


Figura 3. Concentración de inhibición 50 (IC50) del Trolox® frente al radical DPPH•.

Tabla 4. Captación de radical libre de DPPH• del aceite esencial de hojas y flores de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson.

Concentración del aceite (mg/mL)	Absorbancia	Inhibición de DPPH•	IC50 (mg/mL)
0	0,4131	0 %	7,8892
4,70	0,3080	25,44 %	
7,80	0,2134	48,35 %	
10,70	0,1202	70,90 %	

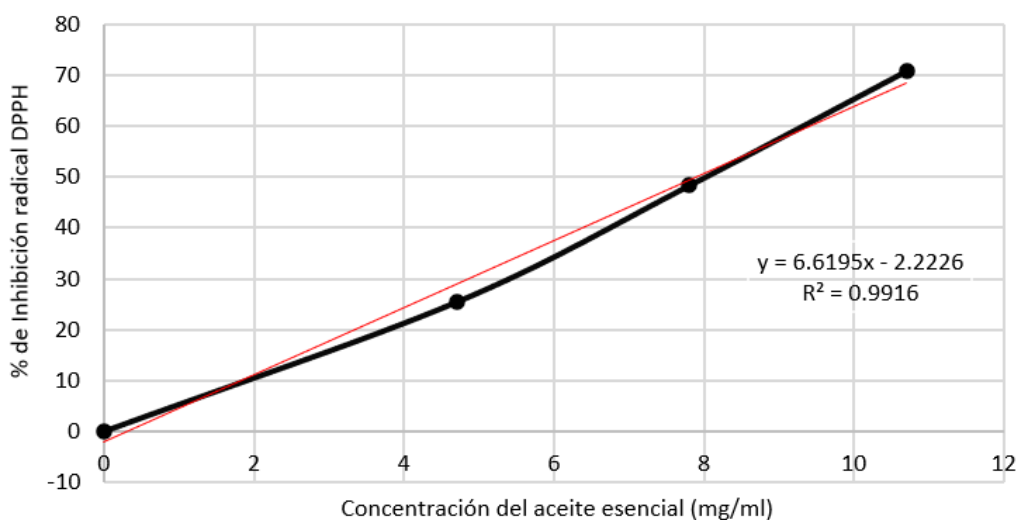


Figura 4. Concentración de inhibición 50 (IC50) del aceite esencial de hojas y flores de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson frente al radical DPPH•.

$$\text{TEAC} = 3,0951 \text{ mg Trolox®/ g muestra}$$

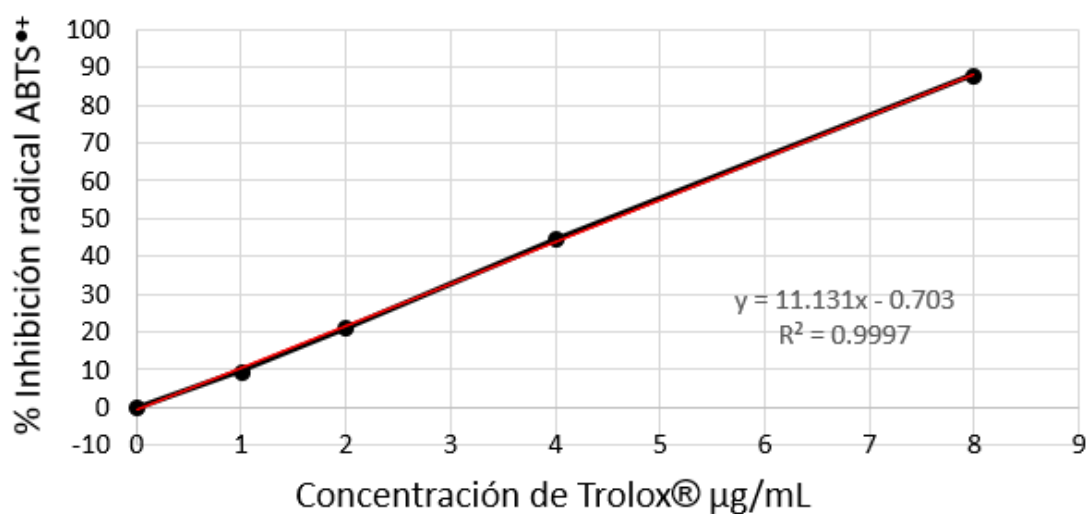
Según los resultados obtenidos por el método de captación del radical libre DPPH•, el aceite esencial de hojas y flores de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson presenta un TEAC de 3,0951 mg Trolox®/ g muestra, este resultado indica una baja actividad antioxidante para sus compuestos químicos lipofílicos.

Determinación de la actividad antioxidante in vitro por el método de captación del radical ácido 2,2'-azinobis (3-etilbezotiazolin)- 6-sulfónico (ABTS•+)

Se realizó una disolución de agua destilada del catión ABTS•+ y persulfato de potasio hasta obtener una absorbancia de 0,7 a una longitud de onda de 734nm.

Tabla 5. Captación de radical catiónico ABTS•+ de Trolox®.

Concentración de Trolox® (µg/mL)	Absorbancia	Inhibición de ABTS•+	IC50 (µg/mL)
0	0,6729	0 %	4,5551
50	0,6078	9,67 %	
100	0,5308	21,11 %	
200	0,3740	44,42 %	
400	0,0790	88,25 %	

**Figura 5.** Concentración de inhibición 50 (IC50) del Trolox® frente al radical ABTS•+.**Tabla 6.** Captación de radical catiónico ABTS•+ del aceite esencial de hojas y flores de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson.

Concentración del aceite (mg/mL)	Absorbancia	Inhibición de DPPH•	IC50 (mg/mL)
0	0,7029	0 %	1,6907
0,30	0,6165	12,30 %	
0,70	0,5333	24,13 %	
1,5	0,3866	45,00 %	
2,25	0,2483	64,68 %	

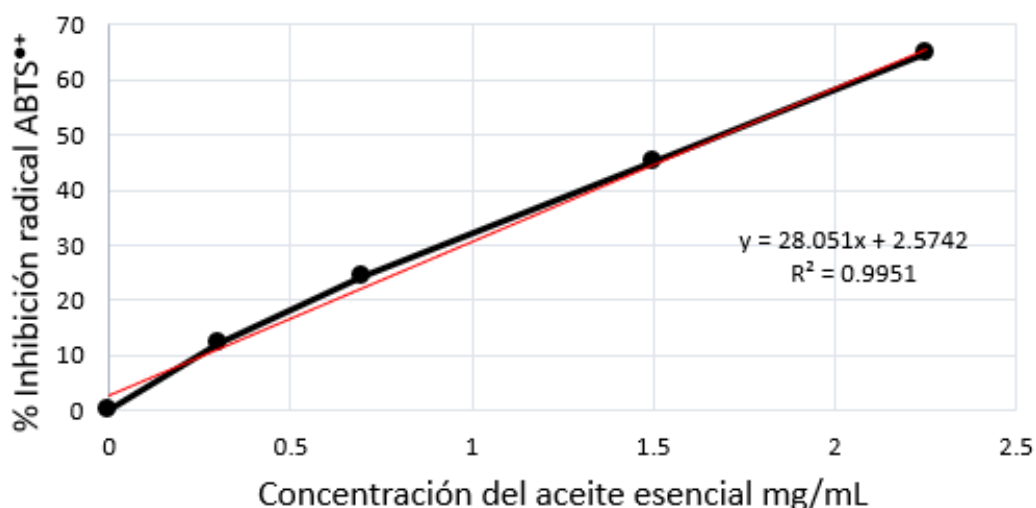


Figura 6. Concentración de inhibición 50 (IC50) del aceite esencial de hojas y flores de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson frente al radical ABTS•+.

TEAC = 2,6942 mg Trolox®/ g muestra

Según los resultados obtenidos por el método de captación del radical catiónico ABTS•+, el aceite esencial de hojas y flores de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson presenta un TEAC de 2,6942 mg Trolox®/ g muestra, un valor aún más por debajo del obtenido por el método DPPH, todo esto indica que el aceite esencial presente una baja actividad antioxidante tanto para sus compuestos químicos lipofílicos e hidrofílicos.

Determinación de la actividad antioxidante in vitro por el método del poder antioxidante de reducción férrica (FRAP)

Se preparó la solución madre de reactivo FRAP a una concentración de 2mg/ml y se cuantifico la absorbancia del estándar ácido ascórbico y aceite esencial de hojas y flores de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson.

Tabla 7. Poder reductor Férrico del estándar ácido ascórbico.

Concentración de ácido ascórbico (µmol/L)	Absorbancias			Promedio
	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	
5	0,036	0,029	0,028	0,0310
10	0,154	0,154	0,153	0,1537
15	0,326	0,324	0,328	0,3260
20	0,426	0,424	0,425	0,4250

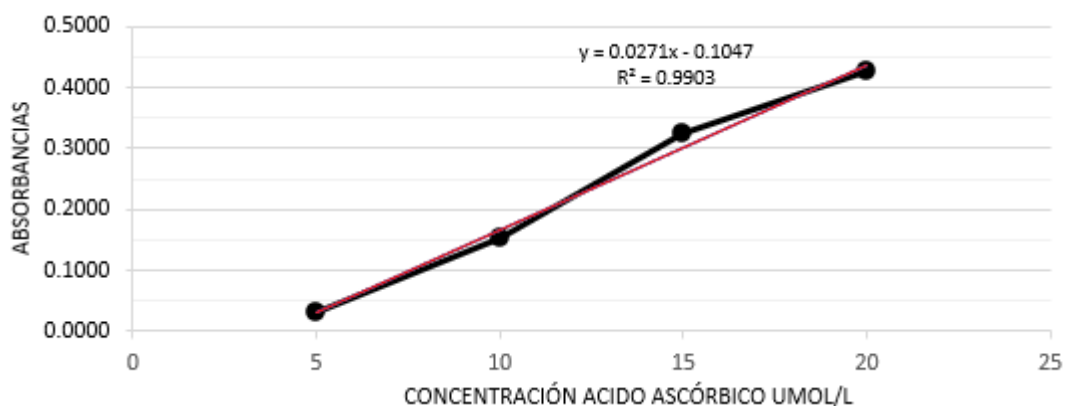


Figura 7. Poder reductor férrico del Ácido ascórbico.

Tabla 8. Poder reductor Férrico del estándar ácido ascórbico.

Concentración de aceite esencial (mg/L)	Absorbancias			Promedio
	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	
1,27	0,03	0,029	0,029	0,029
2,54	0,2	0,198	0,196	0,198
5,3	0,496	0,52	0,528	0,515

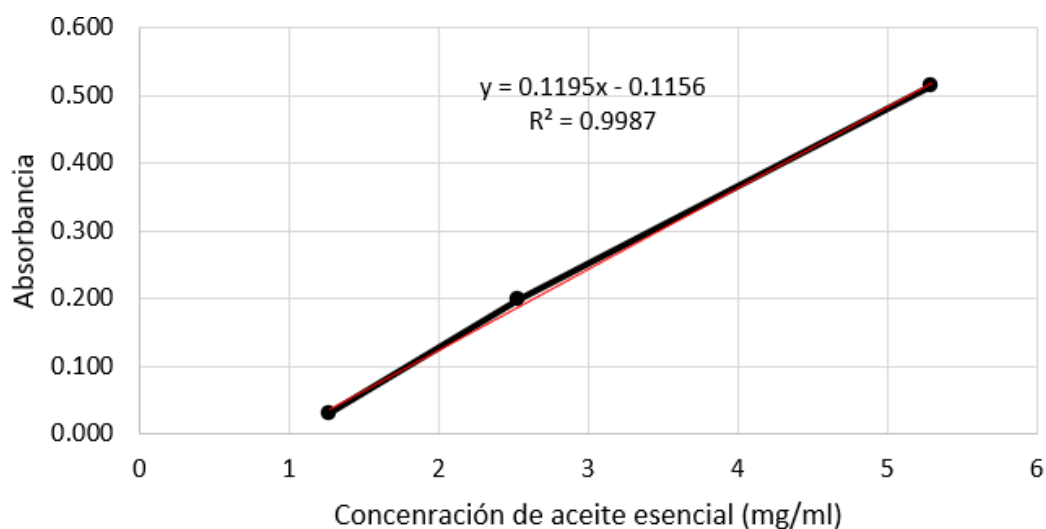


Figura 8. Poder reductor férrico del aceite esencial de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson.

$$\text{AAEAC} = 4,40 \mu\text{mol Ácido ascórbico/ g muestra}$$

Según los resultados obtenidos por el método de reducción férrica, el aceite esencial de hojas y flores de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson presentó un AAEAC de 0,774 mg Ácido ascórbico/ g muestra, este resultado indica una baja actividad antioxidante para sus compuestos químicos hidrofílicos.

Determinación de la actividad antimicrobiana y antifúngica

Se identificó la inhibición del crecimiento de *S. mutans* a diferentes concentraciones. Obteniendo un resultado positivo, se midió el diámetro del halo de inhibición más el pocillo, los resultados se reportaron en milímetros (mm) restando el diámetro de los pocillos.

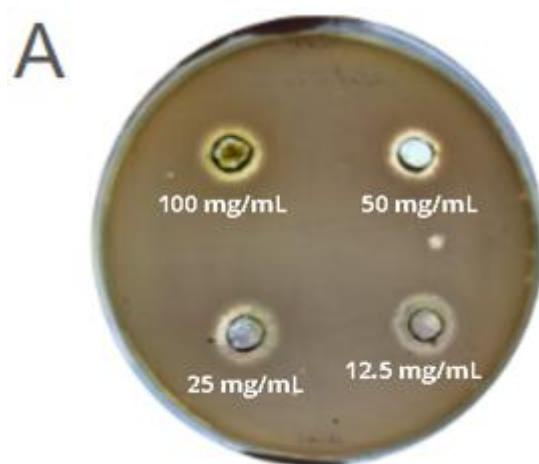


Figura 9. Resultados de los halos de inhibición del aceite esencial de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson sobre *S. mutans*.

Tabla 9. Resultados de los halos de inhibición para cada microorganismo enfrentado con el aceite esencial de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson.

Cepas	Aceite esencial de <i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass. subsp. <i>macrocephalum</i> (DC.) R.R. Johnson			
	100 mg/ml	50 mg/ml	25 mg/ml	12,5 mg/ml
<i>Streptococcus mutans</i>	03 mm	03 mm	03 mm	03 mm
<i>Streptococcus oralis</i>	-	-	-	-
<i>Escherichia coli</i>	-	-	-	-
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	-	-	-	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	-	-
<i>Salmonella enterica</i>	-	-	-	-
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	-	-	-	-
<i>Candida Albicans</i>	-	-	-	-

Actualmente, ciertos agentes microbianos como patógenos sean hongos o bacterias aquejan la salud pública de millones de personas en el mundo, sin embargo, la resistencia a los fármacos antimicrobianos representa una amenaza al tratamiento de estas infecciones. Por ende, el presente estudio evalúa el uso de metabolitos presentes en la medicina tradicional, entre ellos metabolitos antimicrobianos provenientes del aceite esencial extraído de *Porophyllum ruderale*. En nuestro estudio se reporta la inhibición del crecimiento de una bacteria Gram +, siendo esta *S. mutans*. Este resultado implica que en el aceite esencial se encuentran metabolitos antimicrobianos producidos por

Porophyllum ruderale (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson, autores como Miletc *et al.* (18) (2022) demostraron una actividad antimicrobiana producida por extractos de plantas pertenecientes a la familia de las Asteráceas, principalmente contra patógenos como *E. coli*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae*, *S. aureus*, esto nos hace entender que los compuestos químicos de mayor potencial tienen una naturaleza polar, ya que estos tipos de extractos comúnmente son etanólicos, hidroalcohólicos o acuosos, mientras que con un aceite esencial se tiende a extraer compuestos más apolares.

CONCLUSIONES

La composición química del aceite esencial extraído de las hojas y flores de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson realizada mediante un análisis GC-MS detectó la presencia D-Limoneno (62,85%), 1-Undeceno (10,20%) y Cariofileno (5,08%) como puestos de mayor concentración. Además, el aceite esencial extraído de las hojas y flores de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson no presentó actividad antioxidante por los métodos DPPH, ABTS y FRAP; del mismo modo en que no presentó actividad antifúngica y solamente una baja actividad antimicrobiana para la cepa de *Streptococcus mutans* por lo cual se considera no viable profundizar investigaciones en el aceite esencial del *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson.

AGRADECIMIENTO

Al Instituto de Investigación en Ciencias Farmacéuticas y Recursos Naturales "Juan de Dios Guevara" y al Grupo de Investigación Recursos Naturales "RENATU" por brindar los laboratorios y equipos necesarios para realizar la presente investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. García BL, García GL, Rojo DD, Sánchez GE. Plantas con propiedades antioxidantes. Rev Cubana Invest Biomed 2001; 20(3): 231-5.
2. Ruberto G, Baratta MT. Antioxidant activity of selected essential oil components. Food Chem. 2000; 69(2): 167-74.
3. Choi H, Song SH, Ukeda H, Sawamura M. Radical-Scavenging activities of Citrus essential oils and their components. J. Agric Food Chem 2000, 48: 4156-61.
4. Carmona A. Descripción taxonómica, morfológica y etnobotánica de 26 hierbas comunes que crecen en la ciudad de Mérida- Venezuela; 2008. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/712/71217219001.pdf>
5. Kouassi S., Kouame A., Mamyrbékova-Békro J., Bekro A. Composición Química Y Actividad Antimicrobiana de los aceites esenciales de *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cas. (Asterales; Asteraceae) cosechadas en Côte d'Ivoire. European Scientific Journal Edición de septiembre de 2020 Vol.16, No.27.

6. Villa AK. Composición química, actividad antioxidante y antigenotóxica de aceites esenciales de *Porophyllum ruderale* y *Porophyllum tagetoides*. [Tesis de maestría]. Chipalcingo, Guerrero: Universidad Autónoma de Guerrero; 2018
7. Conde-Hernández, L. A., & Guerrero-Beltrán, J. Á. (2014). Total phenolics and antioxidant activity of piper auritum and porophyllum ruderale. Food Chemistry. 2014; 142, 455–460. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.07.078>
8. Yi Y, Zhang QW, Li SL, Wang Y, Ye WC, Zhao J, et al. Simultaneous quantification of major flavonoids in “bawanghua”, the edible flower of *Hylocereus undatus* using pressurised liquid extraction and high performance liquid chromatography. FoodChem. 2012;135(2):528–33.
9. Liu Y, Zhang H, Wei S. Ultrasonic-assisted extraction of pigments from *Hylocereus undatus* flowers: Optimization, antioxidant activity, and HPLC analysis. RSC Adv.2015;5(58):46598–607.
10. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. Food Sci Technol. 1995; 28: 559 – 562
11. Mesa-Vanegas AM, Zapata-Uribe S, Arana LM, Zapata IC, Monsalve Z, Rojano B. Actividad antioxidante de extractos de diferente polaridad de *Ageratum conyzoides* L.. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas. 2015;14(1):1-10.
12. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic Biol Med. 1999; 26: 1231 - 1237.
13. Benzie F, Strain J. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. In ANALYTICAL BIOCHEMISTRY. 1996; Vol. 239.
14. Mesa-Vanegas AM, Zapata-Uribe S, Arana LM, Zapata IC, Monsalve Z, Rojano B. Actividad antioxidante de extractos de diferente polaridad de *Ageratum conyzoides* L. Bol Latinoam y del Caribe Plantas Med y Aromat. 2015;14(1):1-10.
15. Rojas L, Gómez C, Martín N. (2020). Extraction of metabolites from *Calendula officinalis* and evaluation of their colorant and antibacterial capacity. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/journal/776/77664304007/html/>
16. Rondón M, Delgado J, Velasco J, Rojas J, Rojas L, Morales A, Carmona J. (2008). Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil from aerial parts of *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. collected in Venezuela. Recuperado de: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/ciencia/article/view/9820/9807>
17. Vázquez M, Bautista M, Velázquez C, Castañeda A, González M, Sosa C, Ojeda D. (2021). *Porophyllum* Genus Compounds and Pharmacological Activities: A Review. Recuperado de: <https://www.mdpi.com/2218-0532/89/1/7#B21-scipharm-89-00007>
18. Miletic M, Ivanov M, Novakovic J, Janackovic P. (2022). Antimicrobial activity of ethyl acetate extract of an endemic *Centaurea glaberrima* Tausch (Asteraceae). Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/366887557_Antimicrobial_activity_of_ethyl_acetate_extract_of_an_endemic_Centaurea_glaberrima_Tausch_Asteraceae