

© 2023 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 26: 1-9, 2023.

<https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2023.577>

Estudio etnobotánico y evaluación de la capacidad antioxidante de dos especies del género *Clinopodium* localizadas en el estado de Oaxaca, México

Esmeralda Melissa García-Reyes¹, Alejandra Rojas-Olivos^{1,2},
Eduardo Toral-Sánchez¹ y Gabriela Cruz-García^{1*}

¹Universidad La Salle Oaxaca, Escuela de Ingenierías y Arquitectura, Ingeniería Ambiental, Santa Cruz Xoxocotlán, Camino a San Agustín # 407, Oaxaca, 71230, México. ²Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Oaxaca, Santa Cruz Xoxocotlán, Av. Hornos #1003, Oaxaca, 71230, México.
E-mail: *bio_gaby_cg@hotmail.com

RESUMEN

El estado de Oaxaca en México, presenta una gran diversidad de culturas y especies vegetales, situación que convierte el conocimiento ancestral que se tiene sobre el uso de las plantas en una herramienta de utilidad para la conservación y sustentabilidad. El objetivo de este estudio fue además de documentar el uso tradicional de *Clinopodium macrostemum* (Cmc) y *Clinopodium mexicanum* (Cmx), determinar la capacidad antioxidante (CA) de sus extractos. Se aplicaron entrevistas en las localidades de Santiago Apoala Nochixtlán y Tlaxiaco, Oaxaca, además se elaboró un mapa de distribución apoyados en el sistema ArcGis versión 10.4.1. El material vegetal colectado se deshidrató para obtener los extractos hidrometanólicos (CmxHMet, CmcHMet) e hidroetanólicos (CmxHEt, CmcHEt) al 80% (v/v), la CA se determinó mediante las técnicas de ABTS y FRAP. El resultado destaca el uso medicinal de las especies citadas. El mayor rendimiento se obtuvo del extracto hidrometanólico de *C. macrostemum* con un 17.68%, sin embargo, demostró mayor CA *C. mexicanum* (Cmx-HMet) con un IC50 de 0.7869 mg/mL para el ensayo ABTS y para FRAP con un valor de 1687.066 ± 7.055 mM de Fe^{2+} ; de la investigación se concluye que a pesar de ser dos especies que mantienen una similitud en su aprovechamiento, Cmx-HMet presenta una mayor CA y potencial para ser utilizada en la farmacología, la biotecnología y las tecnologías verdes.

Palabras clave: Lamiaceae, maceración hidroalcohólica, Mixteca Alta, poleo.

Ethnobotanical study and antioxidant capacity evaluation of two species from the genus *Clinopodium* located in the state of Oaxaca, Mexico.

ABSTRACT

Oaxaca presents a great diversity of cultures and plant species, allowing knowledge about the use of plants to become a useful tool for conservation and sustainable use. The objective of this study was to document the traditional uses of *C. macrostemum* and *C. mexicanum* and to determine the antioxidant capacity (AC) of their extracts. Interviews were applied in the towns of Santiago Apoala Nochixtlán and Tlaxiaco, a distribution map was prepared in ArcGis version 10.4.1. The collected plant material was dehydrated to obtain hydrometanolic (CmxHMet, CmcHMet) and hydroethanolic (CmxHEt, CmcHEt) extracts at 80% (v/v), the AC was determined by ABTS and FRAP techniques. As a result, medicinal use stands out. The highest yield was obtained from the hydrometanolic extract of *C. macrostemum* with 17.68%, however, it showed higher AC *C. mexicanum* (Cmx-HMet) with an IC50 of 0.7869 mg / mL for the ABTS test and for FRAP with a value of $1,687,066 \pm 7,055$ mM Fe^{2+} . It is concluded that despite being two species that maintain a similarity in uses, Cmx-HMet has a higher AC, considering that it is a species with potential for application in pharmacology, biotechnology and green technologies..

Keywords: Lamiaceae, hydroalcoholic maceration, Mixteca Alta, pennyroyal.

INTRODUCCIÓN

En el estado de Oaxaca se conoce la existencia de 25 géneros y 157 especies de la familia de las Lamiaceae Martinov; en esta familia se encuentra el género *Clinopodium* L., y las especies de este estudio *Clinopodium macrostemum* (Moc. & Sessé ex Benth.) Kuntze y *Clinopodium mexicanum* (Benth.) Govaerts, ambas endémicas de México (García-Mendoza & Meave del Castillo, 2011; Martínez-Gordillo *et al.*, 2017). El registro que se tiene es el de un total de 14 especies que se distribuyen principalmente en el norte del país (Martín-Mosquero, Pastor Díaz & Rodríguez, 2004).

Estas especies son consideradas de importancia medicinal y ceremonial-religiosa. En las regiones donde se localiza *C. mexicanum*, está documentada para el tratamiento de enfermedades nerviosas, la inducción al sueño y como agente sedante o analgésico; sus efectos terapéuticos se deben a la presencia de flavonoides identificados por estudios fitoquímicos realizados en las especies del género *Clinopodium* (Opalchenova & Obreshkova, 1999; García Rivas, 2000; Estrada-Reyes, Martínez-Vázquez, Gallegos-Solís, Heinze & Moreno, 2010); en las afecciones de las vías respiratorias es utilizada para tratar el asma, la sinusitis y favorecer la expulsión de las flemas (Juárez-Pérez & Cabrera-Luna, 2019), además de altas posibilidades para el desarrollo de analgésicos y ansiolíticos (Cassani *et al.*, 2013).

C. macrostemum es también de uso medicinal, alivia el dolor estomacal y la resaca; la recolectan en la festividad del día de muertos, pero también se obsequia a los invitados en diferentes festividades durante el año, principalmente en las mayordomías y las bodas (Arrazola-Guendulay, Hernández-Santiago & Rodríguez-Ortiz, 2018). Con respecto a los estudios farmacológicos y fitoquímicos efectuados a las especies mencionadas se tiene información de que los extractos de *C. macrostemum* inhiben a las bacterias patógenas, capacidad atribuida a los terpenos; también tiene efectos relajantes y antiinflamatorios (Bello-González, Salgado-Garciglia & Carmona-Fernández, 2013). En el aceite esencial de la especie antes mencionada, Rojas-Olivos *et al.* (2018) encontraron un efecto larvicida sobre la especie de *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) y Villa-Ruano, Pacheco-Hernández, Cruz-Durán & Lozoya-Gloria. (2015) demostraron que presenta una alta inhibición en el crecimiento de las bacterias y los hongos fitopatógenos. En la misma especie sus extractos obtenidos con diferentes solventes (hexano, acetato de etilo y metanol) dan lugar a la presencia de varios tipos de flavonoides relacionados con la CA (Estrada-Reyes *et al.*, 2010), característica que los califica como “compuestos que retardan o previenen la oxidación de otras moléculas y su acción principal es terminar con las reacciones de oxidación” (Zenil-Lugo, Colinas-León, Bautista-Bañuelos, Vázquez-Rojas & Lozoya-Saldaña, 2014), por ende, se conoce como actividad antioxidante a la capacidad de una

sustancia para inhibir la degradación oxidativa provocada por la acción de los radicales libres (Londoño Londoño, 2012).

Aun con la importancia cultural y tradicional que tienen estas especies vegetales dentro del estado de Oaxaca, la falta de estudios fitoquímicos comparativos entre las dos especies seleccionadas en este estudio, así como el inadecuado aprovechamiento de éstas ponen en riesgo la conservación de los conocimientos tradicionales y la diversidad florística. En consecuencia, esta investigación se enfocó en generar un mapa para conocer la distribución de las dos especies de *Clinopodium* dentro del estado de Oaxaca, registrar y comparar los usos tradicionales en dos comunidades de la Región Mixteca y determinar su CA a partir de dos tipos de extractos: los hidrometanólicos (HMet) e hidroetanólicos (HEt), con el fin de contrastar su efecto en ambas e identificar el potencial de uso de las especies, como una aportación al conocimiento y a su valor etnobotánico al relacionarse con la utilidad tradicional reportada en este trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Conocimiento tradicional

Se aplicaron entrevistas semiestructuradas y aleatorias a los pobladores de las localidades de Santiago Apoala Nochixtlán y de la Heroica ciudad de Tlaxiaco, del estado de Oaxaca, para obtener información sobre el nombre común y el conocimiento del uso tradicional de las especies seleccionadas para este estudio.

Distribución de las dos especies del género *Clinopodium*

El mapa de distribución de las especies de este trabajo, se elaboró a partir de 356 registros de la colección científica del Herbario Nacional Mexicano (MEXU) del portal de datos abiertos de la UNAM; filtrando sólo las colectas correspondientes al estado de Oaxaca con el fin de obtener una base de datos e integrarla mediante la herramienta del Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcGis versión 10.4.1, al tema municipios que se tomó del Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Obtención y preparación de los extractos vegetales

La recolección de ejemplares y muestras vegetales del género *Clinopodium* se realizaron en las localidades de Santiago Apoala Nochixtlán y la Heroica Ciudad de Tlaxiaco, ambas ubicadas en la región Mixteca Alta Oaxaqueña. Una vez colectadas, se procedió a lavar las muestras con agua destilada y se colocaron bajo la sombra a temperatura ambiente hasta su deshidratación.

Las hojas secas se trituraron y maceraron en soluciones de metanol y etanol al 80% en una relación 1:10 (w/V) durante siete días, a temperatura ambiente sin exposición directa al sol. El resultado fueron los siguientes extractos Cmc-HEt: extracto de *C. macrostemum* hidroetanólico; Cmc-HMet: Extracto de *C. macrostemum* hidrometanólico; Cmx-HEt: Extracto de *C. mexicanum* hidroetanólico; Cmx-

HMet: Extracto de *C. mexicanum* hidrometanólico; las cuatro muestras se filtraron, primero, al vacío con papel Whatman grado 41 y después se colocaron en frascos esterilizados para evitar la proliferación de los microorganismos, el solvente se dejó evaporar en una campana de extracción. El rendimiento del extracto se obtuvo mediante la Ecuación 1.

$$\% \text{ de rendimiento} \left(\frac{p}{p} \right) = \frac{\text{peso del extracto obtenido}}{\text{peso de la muestra seca (inicial)}} (100)$$

Ec. 1

Determinación de la capacidad antioxidante por el método ABTS

Se aplicó la metodología propuesta por Re et al. (1999), y en frascos ámbar se mezclaron 4 mL de la solución del radical ABTS con 40 µL de la serie de disoluciones de cada extracto comparando con ácido ascórbico como estándar (AA). Para el blanco se emplearon 40 µL de etanol al 96% y se incubó a temperatura ambiente en una zona oscura por seis minutos. Los experimentos control se realizaron con ácido ascórbico como referencia para comparar los resultados obtenidos. La lectura de todas las muestras se llevó a cabo a 734 nm en un espectrofotómetro UV-Vis (Velaquin VE-5600UV). Con los datos se elaboró la curva estándar, así como el % de inhibición de ABTS mediante la Ecuación 2:

$$\% \text{ de inhibición ABTS} = \frac{A_{\text{control}} - A_{\text{muestra}}}{A_{\text{control}}} (100) \quad \text{Ec. 2}$$

Donde A_{control} es la absorbancia de la solución ABTS con etanol y A_{muestra} es la absorbancia registrada después de la reacción de cada extracto, todas las determinaciones se efectuaron por triplicado.

Determinación de la capacidad antioxidante por el método FRAP

La CA de los extractos se determinó por triplicado mediante la adaptación de la técnica FRAP propuesta por Benzie & Strain (1996); donde a 3,600 µL de la disolución FRAP, se agregaron 120 µL de las disoluciones de cada extracto y 360 µL de agua destilada, utilizando ácido ascórbico como grupo control. Las muestras se incubaron a 37 °C por 30 minutos y las lecturas se tomaron a 593 nm con el espectrofotómetro UV-Vis (Velaquin VE-5600UV). Se elaboró una curva estándar de $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ y los resultados fueron reportados como mmol/L de Fe^{2+} .

Análisis de los datos

Los datos obtenidos de la CA como media ± desviación estándar (DE) se evaluaron con el software Minitab 19.1. La significancia estadística se determinó con un análisis de varianza (ANOVA); y una prueba de rango múltiple de Tukey para detectar diferencias significativas entre los diferentes tipos de extractos evaluados. Para todos los análisis, el nivel de significancia fue de $p < 0.05$.

RESULTADOS

Distribución geográfica de las especies de *Clinopodium* en el estado de Oaxaca

Mediante el análisis de los datos abiertos de colectas del herbario MEXU, las especies de *Clinopodium* se distribuyen como sigue: *C. mexicanum* en los estados de: Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí y Veracruz. *C. macrostemum* en 15 estados: Ciudad de México, Durango, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Tamaulipas, Tlaxcala y Veracruz. En el estado de Oaxaca se registró un total de 107 colectas (58 de *C. mexicanum*, que en la región mixteca se establece principalmente en la localidad de Nochixtlán y 49 de *C. macrostemum* con mayor proporción en la región de Tlaxiaco (Figura 1).

Conocimiento tradicional

Con base en las entrevistas (hojas y ramas son las más utilizadas) y los resultados fueron los siguientes:

- a) ocho nombres comunes para cada una de las especies, dos en el dialecto Mixteco: “Itanduku” (flor de leña) para *C. mexicanum* y “Chaa ntajini” para *C. macrostemum* (Tabla I).
- b) una gran variedad de usos: el medicinal es el más frecuente en ambas especies para tratar once enfermedades; el tratamiento más destacable es para *C. mexicanum* como cataplasma para dolores de hueso, dando masajes en la zona del dolor. En la preparación de alimentos destacan las comunidades cercanas a Tlaxiaco, *C. macrostemum* se emplea como condimento y saborizante y en las celebraciones religiosas (Tabla II).

Rendimiento de los extractos

En la Tabla III, se muestran los resultados en porcentajes del rendimiento de ambas especies, a partir de los extractos obtenidos por maceración y donde HMet fue mayor en comparación con los de HEt.

Tabla I. Nombres comunes de *C. mexicanum* y *C. macrostemum* en las localidades de la Mixteca Oaxaqueña.

Especie	Nombres
<i>C. mexicanum</i>	Hierba del borrachito Itanduku (mixteco) Poleo Flor de leña
<i>C. macrostemum</i>	Hierba del borrachito Hierba del borracho Chaa ntajini (mixteco) Poleo Borrachito

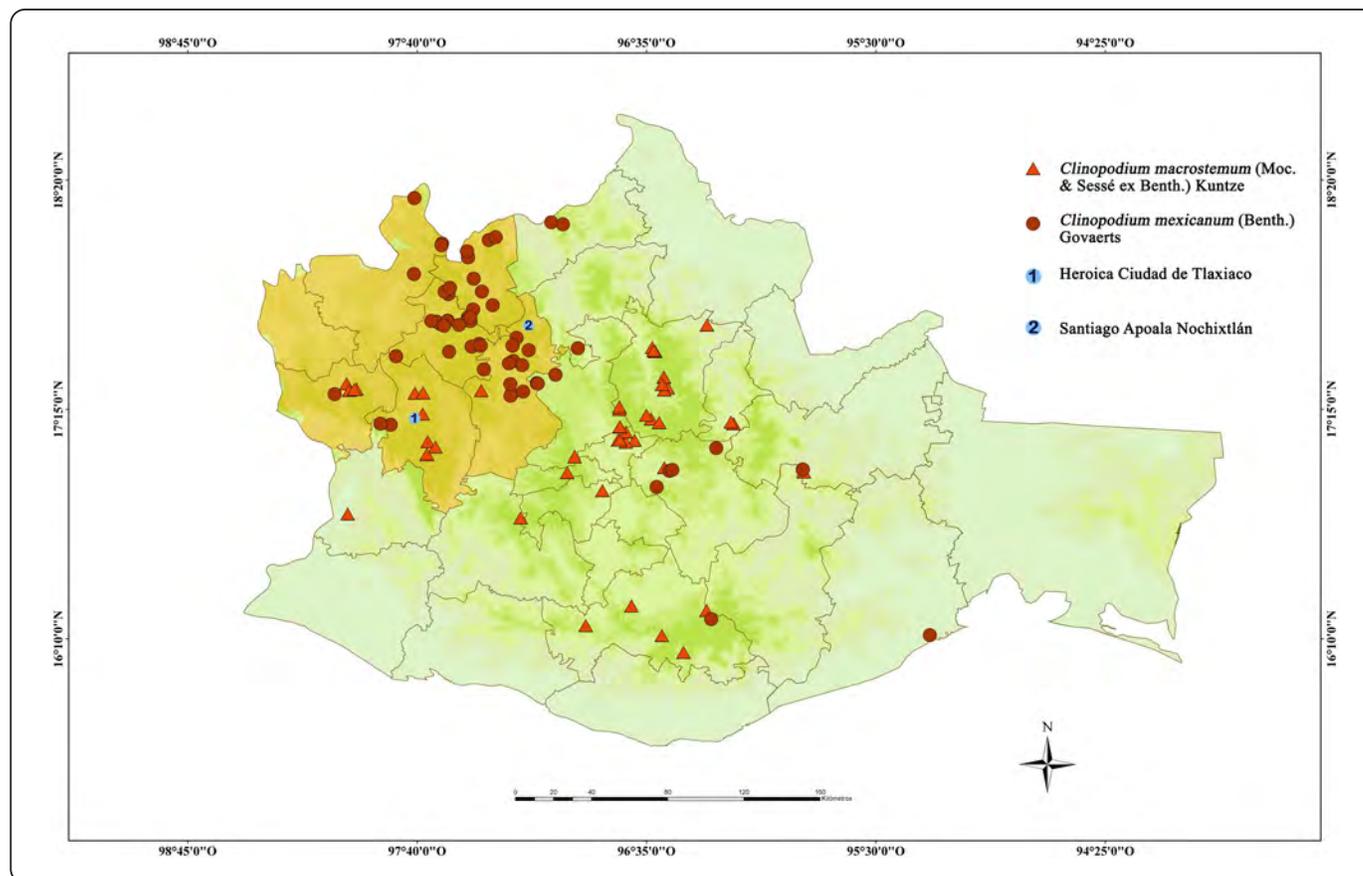


Figura 1. Distribución geográfica de las especies de *C. mexicanum* y *C. macrostemum* en el estado de Oaxaca. Fuente: base de datos MEXU.

Tabla II. Usos de las especies de *Clinopodium* en la Región Mixteca Oaxaqueña.

Tipo de usos	Usos	Especies	Preparación	Partes utilizadas
Medicinal	Dolor de huesos	Cmx	C	H
	Baño relajante	Cmx	I	HR
	Baño post-parto	Cmx	I	HR
	Fiebre	Cmx	I	HR
	Resaca	Cmx / Cmc	I	HR
	Cólicos	Cmx / Cmc	I	HR
	Frialdad (frío en el cuerpo)	Cmx / Cmc	I	HR
	Dolor de estómago	Cmx / Cmc	I	HR
	Mareos	Cmx / Cmc	I	HR
	Vómito	Cmx / Cmc	I	HR
Diarrea	Cmx / Cmc	I	HR	
Religioso	Mayordomías y fiestas	Cmx / Cmc	-	HR
Alimento	Agua de tiempo	Cmx / Cmc	I	H
	Empoleadas	Cmc	E	H
	Nieve tradicional	Cmc	M	H

Cmx: *C. mexicanum*; Cmc: *C. macrostemum*; C: Cataplasma; I: Infusión; E: Especia; M: Molienda; H: Hojas; HR: Hojas y ramas.

Tabla III. Resultados del rendimiento de los extractos en las dos especies de *Clinopodium* con los solventes hidroalcohólicos.

Muestras	Extracto seco obtenido (g)	Rendimiento (%)
Cmc-HEt	8.02	16.04
Cmc-HMet	8.84	17.68
Cmx-HEt	4.97	9.94
Cmx-HMet	6.77	13.54

Cmc-HEt: Extracto de *C. macrostemum* hidroetanólico; **Cmc-HMet:** Extracto de *C. macrostemum* hidrometanólico; **Cmx-HEt:** Extracto de *C. mexicanum* hidroetanólico; **Cmx-HMet:** Extracto de *C. mexicanum* hidrometanólico.

Capacidad antioxidante de los extractos

Con base en los porcentajes de inhibición del ácido ascórbico reportados en el Tabla IV y en la Figura 2, en este trabajo el resultado para la dosis-respuesta es que a una mayor concentración de extracto hidroalcohólico y de ácido ascórbico aumenta el porcentaje de inhibición de los radicales libres debido a la capacidad antioxidante tanto de los extractos como del grupo control. En comparación al IC50 del ácido ascórbico con un valor estándar de 0.1703 mg/mL, los extractos de las especies del género *Clinopodium* muestran un potencial menor para la inhibición de los radicales ABTS; sin embargo, del extracto Cmx-HMet para la especie *C. mexicanum* se determinó un valor de 0.7869 mg/mL, siendo la muestra que demostró mayor inhibición, seguido por el extracto Cmx-HEt de esta misma especie con valor de 0.8161 mg/mL.

Determinación de la capacidad antioxidante mediante FRAP

En el ensayo con FRAP, los resultados obtenidos de las concentraciones de Fe²⁺ (Tabla V) equivalentes de la curva estándar y las absorbancias registradas (Figura 3), la dosis-respuesta indica que a una mayor concentración del extracto vegetal o del ácido ascórbico aumenta su absorbancia y la concentración de Fe²⁺. Por consiguiente, si en relación a 5 mg/mL, el valor estándar del ácido ascórbico es de 1610.622 ± 2.341 mmol/L, se determina que los extractos de *C. mexicanum* muestran un mayor poder reductor de TPTZ, y la extracción hidrometanólica es la del valor más alto con 1687.066 ± 7.055 mmol/L de Fe²⁺, seguido del extracto Cmx-HEt con 1660.177 ± 6.049 mmol/L de Fe²⁺.

DISCUSIÓN

A través de la dependencia e interacción con los recursos naturales, los pobladores de las comunidades indígenas adquieren conocimientos de su entorno, que les permiten adoptar técnicas de uso y manejo del género *Clinopodium*, del que se tienen registrados diferentes formas de empleo, en el estado de Oaxaca, como medicinales y religioso-ceremonial

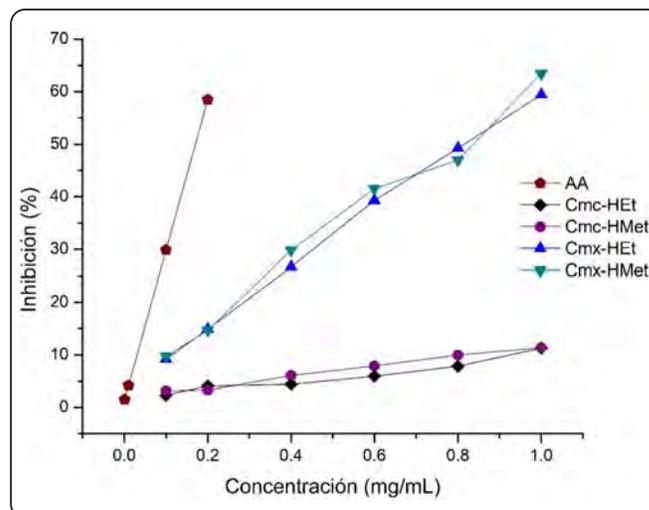


Figura 2. Porcentaje de inhibición del radical ABTS de los cuatro extractos obtenidos y ácido ascórbico.

Cmc-HEt: Extracto de *C. macrostemum* hidroetanólico; **Cmc-HMet:** Extracto de *C. macrostemum* hidrometanólico; **Cmx-HEt:** Extracto de *C. mexicanum* hidroetanólico; **Cmx-HMet:** Extracto de *C. mexicanum* hidrometanólico; **AA:** ácido ascórbico.

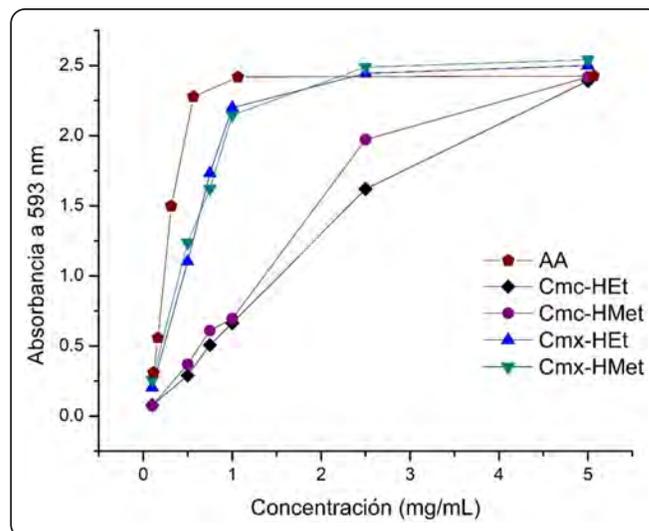


Figura 3. Absorbancia de la reducción en el ensayo FRAP de los cuatro extractos obtenidos y del ácido ascórbico.

Cmc-HEt: Extracto de *C. macrostemum* hidroetanólico; **Cmc-HMet:** Extracto de *C. macrostemum* hidrometanólico; **Cmx-HEt:** Extracto de *C. mexicanum* hidroetanólico; **Cmx-HMet:** Extracto de *C. mexicanum* hidrometanólico; **AA:** ácido ascórbico.

reportados por Arrazola-Guendulay et al. (2018) para el municipio de Ayoquezco de Aldama. En este trabajo, no sólo, se resalta la importancia del conocimiento tradicional sobre la utilidad de las especies de *C. mexicanum* y de *C. macrostemum* resultado de las entrevistas semiestructuradas, sino también por

Tabla IV. Comparación de la capacidad antioxidante de los extractos evaluada por el método ABTS en porcentaje de inhibición y el IC50.

Muestra	Concentración (mg/mL)	% de inhibición	IC50 (mg/mL)
AA	0.1	29.8877	0.1703 (R ² = 0.9816)
	0.01	4.177 ± 0.356	
	0.001	1.482 ± 0.587	
Cmc-HEt	1	11.281 ± 0.974	5.479 (R ² = 0.9378)
	0.6	5.942 ± 1.316	
	0.1	2.321 ± 1.408	
Cmc-HMet	1	11.384 ± 1.381	4.945 (R ² = 0.9888)
	0.6	7.923 ± 0.492	
	0.1	3.187 ± 0.479	
Cmx-HEt	1	59.4405 ± 0.609	0.8161 (R ² = 0.9983)
	0.6	39.3006 ± 1.648	
	0.1	9.2307 ± 2.486	
Cmx-HMet	1	63.404 ± 3.971	0.7869 (R ² = 0.9864)
	0.6	41.513 ± 1.656	
	0.1	9.787 ± 1.211	

Los valores del % de inhibición de las muestras Cmx-HMet, Cmx-HEt, Cmc-HMet y Cmc-HEt representan la media ± DE y son significativamente diferentes en comparación con los valores de la muestra AA según lo reveló la prueba Tukey ($p < 0.05$).

Cmc-HEt: Extracto de *C. macrostemum* hidroetanólico; **Cmc-HMet:** Extracto de *C. macrostemum* hidrometanólico; **Cmx-HEt:** Extracto de *C. mexicanum* hidroetanólico; **Cmx-HMet:** Extracto de *C. mexicanum* hidrometanólico; **AA:** ácido ascórbico.

Tabla V. Comparación de la capacidad antioxidante de los extractos obtenidos evaluada por el ensayo FRAP.

Muestra	Concentración (mg/mL)	Equivalente de Fe (II) mmol/L
AA	5	1610.622 ± 2.341
	0.5	1511.511 ± 43.021
	0.05	200.622 ± 18.285
Cmc-HEt	5	1587.288 ± 26.585
	1	435.955 ± 18.102
	0.1	46.844 ± 14.256
Cmc-HMet	5	1605.066 ± 16.772
	1	457.288 ± 54.427
	0.1	44.4 ± 12.719
Cmx-HEt	5	1660.177 ± 6.049
	1	1458.844 ± 11.591
	0.1	130.844 ± 4.537
Cmx-HMet	5	1687.066 ± 7.055
	1	1424.622 ± 49.532
	0.1	164.844 ± 20.399

Los valores del equivalente Fe(II) de las muestras Cmx-HMet, Cmx-HEt, Cmc-HMet y Cmc-HEt representan la media ± DE y son significativamente diferentes en comparación con los valores de la muestra AA según lo reveló la prueba Tukey ($p < 0.05$).

Cmc-HEt: Extracto de *C. macrostemum* hidroetanólico; **Cmc-HMet:** Extracto de *C. macrostemum* hidrometanólico; **Cmx-HEt:** Extracto de *C. mexicanum* hidroetanólico; **Cmx-HMet:** Extracto de *C. mexicanum* hidrometanólico; **AA:** ácido ascórbico.

primera vez el aprovechamiento de las especies en los sitios de colecta indicados. Además, la determinación del análisis de la bioactividad de la capacidad antioxidante de estas plantas reportado en esta investigación, demuestra la importancia de considerar los extractos evaluados para futuras investigaciones relacionadas con su potencial de inhibición de los radicales libres, y el de mayor relevancia el extracto hidrometanólico de *C. mexicanum* por sus propiedades antioxidantes que pueden retrasar o inhibir la acción de los compuestos oxidantes en una reacción en cadena para favorecer la salud de las personas o bien para el desarrollo de los procesos de la conocida química verde.

Los resultados de esta investigación son comparables con los estudios que indican que los extractos preparados a partir de solventes de naturaleza polar, presentan una mayor cantidad de antioxidantes debido al aumento de la solubilidad fenólica; en plantas medicinales como *Pluchea indica* (Widyawati, Budianta, Kusuma & Wijaya, 2014), *Paramignya trimera* (Nguyen, Bowyer, Vuong, Altena & Scarlett, 2015), *Silybum marianum* (Benchaachoua, Bessam & Saidi, 2018), *Cyclopia intermedia* (Dube, Meyer & Marnewick, 2017) y *Bassia muricata* (Mohammedi, Idjeri-Mecherara, Menaceur & Hassani, 2019), describen circunstancias que coinciden con esta investigación en relación a lo siguiente: el conocimiento tradicional de las plantas medicinales, con los parámetros de la bioactividad de la capacidad antioxidante que permiten sustentar científicamente su uso potencial, la utilidad del metanol un solvente para aumentar el rendimiento de extracción y la concentración de los metabolitos secundarios que incrementan la capacidad antioxidante. Lee *et al.*, 2011 y Benabdallah, Rahmoune, Boumendjel, Aissi & Messaoud, 2016, mencionan que la CA de los extractos crudos de las plantas es el efecto sinérgico de todos sus componentes; sin embargo, se atribuye principalmente al contenido de fenoles totales presentes en los extractos metanólicos como es el caso de *Clinopodium vulgare* (Tepe, Sihoglu-Tepe, Daferera, Polissiou & Sokmen, 2007), *Clinopodium bolivianum* (Chirinos, Huamán, Betalalleluz-Pallardel, Pedreschi & Campos, 2011), *Clinopodium chinense* (Zhang *et al.*, 2018), *Clinopodium nubigenum* (Muñoz, 2018) y *Clinopodium pulchellum* (Manrique, Chuquicaña & Luna, 2017; Muñoz & Anataly, 2019), en los que se correlaciona la CA con el contenido de compuestos fenólicos y flavonoides de cada una de las especies, con base en lo anterior y a la familia a la que pertenecen las especies evaluadas en este trabajo, la capacidad antioxidante de los extractos es por este grupo de compuestos fitoquímicos y como lo mencionan los autores (Lee *et al.*, 2011), ser responsables de otros usos medicinales atribuidos a las especies de la familia Lamiaceae entre los que destacan: sus propiedades antitumorales, antibacteriales, antiinflamatorios y de protección a la radiación de los rayos UV, por lo que es posible que las especies de *Clinopodium* analizadas en este trabajo tengan también las mismas propiedades y el resultado de los valores de la capacidad antioxidante evaluados en los extractos de las especies de *Clinopodium* fueron mayores

que los reportados para la especie *Sthachys officinalis* (Paun *et al.*, 2018), que también pertenece a la familia Lamiaceae, con actividad antiinflamatoria *in vitro* en las fracciones del extracto etanólico de las hojas y un efecto contra infecciones por patógenos o lesiones tisulares, por lo tanto, es posible que los extractos obtenidos en este trabajo al demostrar una elevada capacidad antioxidante tengan un efecto antiinflamatorio de uso medicinal para síntomas de infecciones estomacales (dolor de estómago, fiebre, vómito; registro para *C. macrostemum* que se menciona en la Introducción) ver la Tabla II.

CONCLUSIONES

Este trabajo contribuye al valor etnobotánico de las especies evaluadas del género *Clinopodium*, primero, al adquirir la información de usos y costumbres tradicionales a partir de las encuestas realizadas a los pobladores de las comunidades, entre los que se destacan su uso medicinal, así como los nombres en dialecto mixteco para *Clinopodium macrostemum* y *Clinopodium mexicanum*. Además, se reporta por primera vez la bioactividad de la capacidad antioxidante de los extractos de estas plantas, al mencionar que el hidrometanólico de la especie *C. mexicanum* demostró mayor porcentaje de inhibición de la CA. Se corrobora también que el tipo de solvente utilizado en la maceración determina la CA de los extractos evaluados; con posibilidad de ser considerados para valorar las propiedades de uso potencial que aún no han sido exploradas y su relación con la capacidad antioxidante determinada en este trabajo de investigación, por lo que se sugiere realizar más evaluaciones específicas del uso potencial de los extractos con actividad antioxidante, antiinflamatoria y analgésicas para uso medicinal e industrial. Lo anterior, por la cantidad de formas de empleo a las que son destinadas estas especies en las comunidades encuestadas y generar estudios y análisis de los patrones de distribución de *C. mexicanum*, para su conservación y provecho sostenible en el desarrollo comunitario.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento de esta investigación a la Universidad La Salle Oaxaca. A las personas de las comunidades de Santiago Apoala y Tlaxiaco quienes compartieron información básica y de gran importancia para la elaboración de esta investigación.

REFERENCIAS

- Arrazola-Guendulay, A. A., Hernández-Santiago, E. & Rodríguez-Ortiz, G. (2018). Conocimiento tradicional de plantas silvestres en una comunidad de los Valles Centrales de Oaxaca. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, **5**(1), 55–78. https://www.voaxaca.tecnm.mx/revista/docs/RMAE%20vol%205_1_2018/6%20RMAE-2018-10-Review.pdf
- Bello González, M. Á., Salgado Garciglia, R. & Carmona Fernández, J. (2013). Propagación y crecimiento de *Satureja macrostema* Briq. (Lamiaceae) bajo condiciones

- controladas en Uruapan, Michoacán. *Ciencia Nicolaita*, **58**, 105–115. <https://www.cic.cn.umich.mx/cn/article/view/158/67>
- Benabdallah A., Rahmoune C., Boumendjel M., Aissi O. & Messaoud, C. (2016). Total phenolic content and antioxidant activity of six wild mentha species (Lamiaceae) from northeast of Algeria. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, **6(9)**, 760–766. <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2016.06.016>
- Benchaachoua, A., Bessam, H. M. & Saidi, I. (2018). Effects of different extraction methods and solvents on the phenolic composition and antioxidant activity of *Silybum marianum* leaves extracts. *International Journal of Medical Science and Clinical Invention*, **5(3)**, 3641–3647. <https://doi.org/10.18535/ijmsci/v5i3.16>
- Benzie, I. F. F. & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, **239(1)**, 70–76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
- Cassani, J., Araujo, A. G. E., Martínez-Vázquez, M., Manjarrez, N., Moreno, J. & Estrada-Reyes, R. (2013). Anxiolytic-like and antinociceptive effects of 2(S)-neoponcirin in mice. *Molecules*, **18(7)**, 7584–7599. <https://doi.org/10.3390/molecules18077584>
- Chirinos, R., Huamán, M., Betalleluz-Pallardel, I., Pedreschi, R. & Campos, D. (2011). Characterisation of phenolic compounds of Inca muña (*Clinopodium bolivianum*) leaves and the feasibility of their application to improve the oxidative stability of soybean oil during frying. *Food Chemistry*, **128(3)**, 711–716. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.093>
- CONABIO. (2012). Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) México. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Dube, P., Meyer, S. & Marnewick, J. L. (2017). Antimicrobial and antioxidant activities of different solvent extracts from fermented and green honeybush (*Cyclopia intermedia*) plant material. *South African Journal of Botany*, **110**, 184–193. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2016.10.010>
- ESRI. 2016. ArcGIS 10.4.1. for Desktop. Environmental Systems Research Institute (ESRI). <https://desktop.arcgis.com/es/quick-start-guides/10.4/arcgis-server-quick-start-guide.htm>
- Estrada-Reyes, R., Martínez-Vázquez, M., Gallegos-Solís, A., Heinze, G. & Moreno, J. (2010). Depressant effects of *Clinopodium mexicanum* Benth. Govaerts (Lamiaceae) on the central nervous system. *Journal of Ethnopharmacology*, **130(1)**, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.03.012>
- García Rivas, H. (2000). Enciclopedia de plantas medicinales mexicanas. 3a edición. Editorial Posada. México, D. F. México. 655 pp.
- García-Mendoza, A. J. & Meave del Castillo, J. A. (2011). Diversidad florística de Oaxaca: de musgos a angiospermas (colecciones y lista de especies). 2a edición. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F., México.
- Juárez-Pérez, J. C. & Cabrera-Luna, J. A. (2019). Plantas para afecciones respiratorias comercializadas en tres mercados de la ciudad de Santiago de Querétaro. *Polibotánica*, **47**, 167–178. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.47.12>
- Lee, C-J., Chen, L-G., Chang, T-L., Ke, W-M., Lo, Y-F. & Wang C-C. (2011). The correlation between skin-care effects and phytochemical contents in Lamiaceae plants. *Food Chemistry*, **124(3)**, 833–841. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.07.003>
- Londoño Londoño, J. (2012). Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad en Desarrollo y Transversalidad serie Lasallista Investigación y Ciencia. Corporación Universitaria Lasallista. 129-162 pp.
- Manrique, E. R. T., Chuquicaña, F. E. A. & Luna, A. J. C. (2017). Actividad antioxidante del aceite esencial de *Clinopodium pulchellum* (Kunt) Govaerts “panizara”. *Ágora Revista Científica*, **4(2)**, 1-6. <https://doi.org/10.21679/arc.v4i2.83>
- Martín-Mosquero, M. Á., Pastor Díaz, J. E. & Juan Rodríguez, R. (2004). Estudio de las núculas de *Calamintha* Mill. y *Clinopodium* L. (Lamiaceae) en el suroeste de España. *LAZAROA*, **25**, 135-141. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/40714/Estudio%20de%20las%20n%C3%BAculas%20de%20Calamintha.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martínez-Gordillo, M. J., Bedolla-García, B., Cornejo-Tenorio, G., Frago-Martínez, I., Frago-Martínez, I., García-Peña, M. del R. & Zamudio, S. (2017). Lamiaceae de México. *Botanical Sciences*, **95(4)**, 780-806. <https://doi.org/10.17129/botsci.1871>
- Mohammedi, H., Idjeri-Mecherara, S., Menaceur, F. & Hassani, A. (2019). The effect of solvents and extraction procedure on the recovery of phenolic compounds and the antioxidant Capacity of Algerian *Bassia muricata* L. Extracts. *Chemistry Journal of Moldova*, **14(2)**, 79–89. <https://doi.org/10.19261/cjm.2019.637>
- Muñoz, E. A. O. (2018). *Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze essential oil: chemical composition, antioxidant activity, and antimicrobial test against respiratory pathogens. *Pharmacognosy and Phytotherapy (Jpap)*, **10(9)**, 149–157. <https://doi.org/10.5897/JPP2017.0467>
- Muñoz, R. & Anataly, C. (2019). Compuestos fenólicos y actividad antioxidante de *Clinopodium pulchellum* (Kunt) Govaerts “panisara” procedente del distrito de Cachicadán–La Libertad, Perú. Universidad Nacional de Trujillo. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13192>
- Nguyen, V. T., Bowyer, M. C., Vuong, Q. V., Altena, I. A. V. & Scarlett, C. J. (2015). Phytochemicals and antioxidant capacity of Xao tam phan (*Paramignya trimera*) root as affected by various solvents and extraction methods. *Industrial Crops and Products*, **67**, 192–200. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.07.012>

- org/10.1016/j.indcrop.2015.01.051
- Opalchenova, G. & Obreshkova, D. (1999). Antibacterial action of extracts of *Clinopodium vulgare* L. curative plant. *Drug Development and Industrial Pharmacy*, **25**(3), 323–328. <https://doi.org/10.1081/DDC-100102177>
- Paun, G., Neagu, E., Moroeanu, V., Albu, C., Ursu, T.-M., Zangfirescu, A., Negres, S., Chirita, C. & Radu, G. C. (2018). Anti-inflammatory and antioxidant activities of the *Impatiens noli-tangere* and *Stachys officinalis* polyphenolic-rich extracts. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, **28**, 57–64. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2017.10.008>
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, **26**(9), 1231–1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Rojas-Olivos, A., Solano-Gómez, R., Granados-Echegoyen, C., Santiago-Santiago, L. A., García-Dávila, J., Pérez-Pacheco, R. & Lagunez-Rivera, L. (2018). Larvicidal effect of *Clinopodium macrostemum* essential oil extracted by microwave-assisted hydrodistillation against *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, **51**(3), 291–296. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0284-2017>
- Tepe, B., Sihoglu-Tepe, A., Daferera, D., Polissiou, M. & Sokmen, A. (2007). Chemical composition and antioxidant activity of the essential oil of *Clinopodium vulgare* L. *Food Chemistry*, **103**(3), 766–770. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.019>
- UNAM. El Herbario Nacional de México (MEXU). Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) México: Instituto de Biología. <http://www.ib.unam.mx/botanica/herbario/>
- Villa-Ruano, N., Pacheco-Hernández, Y., Cruz-Durán, R. & Lozoya-Gloria, E. (2015). Volatiles and seasonal variation of the essential oil composition from the leaves of *Clinopodium macrostemum* var. *Laevigatum* and its biological activities. *Industrial Crops and Products*, **77**, 741–747. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.09.050>
- Widyawati, P. S., Budianta, T. D. W., Kusuma, F. A. & Wijaya, L. (2014). Difference of solvent polarity to phytochemical content and antioxidant activity of *Pluchea indica* less leaves extracts. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, **6**(4), 850–855.
- Zenil Lugo, N., Colinas León, M. T., Bautista Bañuelos, C., Vázquez Rojas, T. R. & Lozoya Saldaña, H. (2014). Fenoles totales y capacidad antioxidante estimada con los ensayos DPPH/ABTS en rosas en soluciones preservantes. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, **5**(6), 1029–1039.
- Zhang, H.-J., Chen, R.-C., Sun, G.-B., Yang, L.-P., Zhu, Y., Xu, X.-D. & Sun, X.-B. (2018). Protective effects of total flavonoids from *Clinopodium chinense* (Benth.) O. Ktze on myocardial injury *in vivo* and *in vitro* via regulation of Akt/Nrf2/HO-1 pathway. *Phytomedicine*, **40**, 88–97. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2018.01.004>