

## Actividad antioxidante y composición del *Clinopodium tomentosum* (Kunth) Govaerts (Lamiaceae) en extracción húmeda y seca

### Antioxidant activity and composition of *linopodium tomentosum* (Kunth) Govaerts (Lamiaceae) in Wet and Dry Extraction



Miguel Angel Enriquez Estrella<sup>1</sup>  
Lilian Alexandra Bonifaz Brito<sup>2</sup>  
George Michael Lara Montoya<sup>3</sup>

✉ <https://orcid.org/0000-0002-8937-9664>  
✉ <https://orcid.org/0000-0002-7123-6729>  
✉ <https://orcid.org/0000-0003-1355-3424>

<sup>1</sup>Universidad Estatal Amazónica (UEA) | Puyo - Ecuador | CP 160101

<sup>2</sup>Escuela de Educación Básica Manuela Cañizares | Machala - Ecuador | CP 070205

<sup>3</sup>Instituto Superior Tecnológico Ismael Pérez Pazmiño (INSTIPP) | Machala - Ecuador | CP 070213

✉ [menriquez@uea.edu.ec](mailto:menriquez@uea.edu.ec)

<http://doi.org/10.26423/rctu.v11i1.758>

Páginas: 9- 16

#### Resumen

En la antigüedad, se emplearon diversas especies de plantas en la medicina tradicional debido a sus propiedades medicinales, las cuales se aprovecharon en una variedad de procesos tanto en el ámbito alimenticio como farmacéutico. El objetivo de este estudio fue caracterizar los componentes bioactivos, específicamente antioxidantes y polifenoles, presentes en la especie *Clinopodium tomentosum* en muestras tanto secas como húmedas. Se utilizó un método de extracción de principios activos asistido por ultrasonido, seguido de la identificación de dichos componentes mediante las técnicas de FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) y *Folin Ciocalteu*. Los resultados revelan diferencias significativas en los valores obtenidos entre las muestras secas y húmedas. En particular, se observaron concentraciones de 1,49 mg/L de polifenoles y 1,27 mg/L de antioxidantes en las muestras secas, en contraste con las extracciones en estado húmedo que mostraron concentraciones de 1,39 mg/L de polifenoles y 1,04 mg/L de antioxidantes. Estos hallazgos destacan la influencia del estado de la muestra en la extracción de los componentes bioactivos esto permitió la identificación de sus componentes bioactivos, lo que sugiere un potencial prometedor para investigaciones futuras.

**Palabras clave:** Bioactivos, extractos, fitoquímicos, *Folin-Ciocalteu*, FRAP.

#### Abstract

In ancient times, various plant species were used in traditional medicine due to their medicinal properties, which were utilized in a variety of processes in both the food and pharmaceutical fields. The objective of this study was to characterize the bioactive components, specifically antioxidants and polyphenols, present in the species *Clinopodium tomentosum* in both dry and wet samples. An ultrasound-assisted extraction method was used to obtain the active principles, followed by the identification of these components using the FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) and *Folin-Ciocalteu* techniques. The results revealed significant differences in the values obtained between the dry and wet samples. Specifically, concentrations of 1.49 mg/L of polyphenols and 1.27 mg/L of antioxidants were observed in the dry samples, in contrast to the wet extractions, which showed concentrations of 1.39 mg/L of polyphenols and 1.04 mg/L of antioxidants. These findings highlight the influence of the sample state on the extraction of bioactive components, allowing for the identification of their bioactive constituents. This suggests a promising potential for future research.

**Keywords:** Bioactives, Extracts, *Folin-Ciocalteu*, FRAP, phytochemicals.

Recepción: 14/01/2024 | Aprobación: 12/05/2024 | Publicación: 28/06/2024

## 1. Introducción

Actualmente, existe un crecimiento en la demanda de plantas medicinales, con una aceptación en continuo aumento. El último informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre Medicina Tradicional y Complementaria (MTC) indica que numerosos países en todo el mundo están formulando pautas dirigidas a la efectiva integración de terapias MTC en sus sistemas de atención de salud [1]. Solo una pequeña fracción de la biodiversidad conocida ha sido minuciosamente examinada para comprender sus características y potenciales beneficios para los seres humanos [2]. La significativa diversidad biológica y cultural del Ecuador lo posiciona como un país con un excelente potencial en el campo de la terapia tradicional [3]. En este contexto, es crucial explorar varios aspectos clave, como los métodos de utilización de cada planta y los efectos curativos que la medicina tradicional puede ofrecer a diferentes comunidades del país [4].

La Familia *Lamiaceae* se considera como la sexta familia de plantas florales más grande, con un aproximado de 7 500 especies, organizadas en 236 géneros, incluyendo todo tipo de plantas herbales, arbustivas y árboles [5]. Tiene una distribución cosmopolita; sin embargo, crece principalmente en el continente americano y en las regiones mediterráneas. En América se encuentran 65 géneros, que se encuentran principalmente en las zonas tropicales de Centroamérica, y en zonas andinas y amazónicas de Sudamérica [6]. Esta familia de especies vegetales cuenta con una gran facilidad de adaptación y cultivo, motivo por el cual, es muy común encontrarlas en estudios etnobotánicos y etnofarmacéuticos que confirman sus aplicaciones medicinales, biológicas, cosméticas e industriales en múltiples culturas y tradiciones del planeta. Históricamente, las plantas de esta familia han sido reportadas para el tratamiento de una serie de condiciones como alergias cutáneas, asma, cansancio, depresión, problemas gastrointestinales, fiebre, entre otros [7]. La Organización Mundial de la Salud, considera que el uso de algunas especies representativas de esta familia, cuyas actividades biológicas y efectos terapéuticos han sido confirmados, deben ser tomadas en cuenta para el tratamiento de nuevas y diferentes enfermedades [8].

A lo largo de la historia, varias especies de plantas han sido empleadas con fines medicinales debido a sus propiedades bioactivas. Desde tiempos antiguos, han sido utilizadas para curar heridas, tratar enfermedades, infecciones, entre otras aplicaciones [9]. La investigación científica ha realizado numerosos estudios enfocados en estas especies vegetales, identificando componentes bioquímicos que contribuyen al mejoramiento del metabolismo humano [10]. La medicina natural se basa en el uso de especies vegetales como fitofármacos, destacando su menor costo y menor toxicidad en comparación con los productos químicos farmacéuticos [11]. Esta preferencia por elementos derivados de plantas con contenido bioactivo se atribuye a su capacidad para mejorar el metabolismo humano, aprovechando su potencial nutricional [12].

Ciertas especies de *Clinopodium* han sido empleadas como cataplasmas para aliviar el dolor nervioso ciático, mientras que otras tienen efectos psíquicos, utilizándose para tratar histeria, melancolía y trastornos digestivos asociados con el

proceso digestivo [13]. La especie *Clinopodium tomentosum* (Kunth), derivada de las palabras griegas klino (cama) y podion (pequeño pie), comúnmente conocida como menta lanuda, calaminta o Pumin, es una planta herbácea perenne perteneciente a la familia *Lamiaceae*. Es nativa de Europa, incluyendo regiones como el Mediterráneo y los Balcanes, y en América Latina, prospera en altitudes entre 3 000 y 4 000 metros sobre el nivel del mar [14]. Esta especie prefiere suelos bien drenados y pleno sol o sombra parcial, es tolerante a la sequía y, una vez adaptada, puede crecer en suelos arenosos y arcillosos. Se caracteriza por pequeñas flores tubulares amarillas agrupadas en densos verticilos en la parte superior de los tallos, alcanzando una altura entre 30-80 cm, con hojas peludas de color verde grisáceo que son ovaladas o lanceoladas, cubiertas de pelos finos (tomento), de ahí el nombre "tomentoso" [15].

Ecuador se destaca por su extensa biodiversidad, con más de 17 000 especies de plantas identificadas, más de 3 000 de las cuales son medicinales y ampliamente utilizadas en varias culturas con fines curativos. Es notable que la legislación actual en este país sudamericano promueva la integración de la medicina indígena en los servicios de salud [16]. Sin embargo, la mayoría de las plantas medicinales utilizadas en la medicina tradicional aún no han sido sometidas a rigurosas evaluaciones científicas [17]. Existe una falta de regulación en su uso, así como limitaciones en la información sobre dosis efectivas, rutas de administración y posibles efectos adversos, subrayando la necesidad de identificar prácticas más seguras, efectivas y basadas en evidencia para su utilización [18].

La familia *Lamiaceae* engloba numerosas plantas aromáticas encontradas en diferentes regiones del mundo y ha sido estudiada por su potencial en aplicaciones biológicas y médicas [19]. En la medicina popular ecuatoriana existen más de 50 especies de esta familia utilizadas para tratar diversas dolencias [20]. Dentro de esta familia, el género *Clinopodium* está ampliamente distribuido en el sur y sureste de Europa, Asia y las Américas, lo que lleva a la utilización de muchas de sus especies como plantas medicinales [21]. Estudios fitoquímicos previos en plantas de este género han revelado la presencia de varios compuestos, incluyendo *flavonoides*, *fenilpropanoides*, *diterpenos*, *saponinas triterpenoides*, así como aceites volátiles y grasas, que exhiben diversas actividades biológicas [22]. Siete especies de *Clinopodium* son endémicas de Ecuador y se distribuyen en la región central del país, donde se utilizan, aunque no exclusivamente, por sus propiedades medicinales [23].

Actualmente, no se ha realizado ninguna investigación sobre la actividad antiinflamatoria de *Clinopodium tomentosum*. Sin embargo, estudios previos sobre el distintivo olor de esta planta sugieren propiedades antioxidantes, antibacterianas, sedantes, antiinflamatorias y antifúngicas. También se utiliza en la industria alimentaria como especia para mejorar el sabor de los productos procesados [24] identificaron compuestos fenólicos, descubriendo un nuevo compuesto, el ácido 2-O-benzoil-3-O-tartárico-cinamoilo. A pesar del uso tradicional de *C. tomentosum* por sus propiedades medicinales y aromáticas, existe una falta de información específica sobre la identificación y caracterización de los componentes bioactivos presentes en esta planta, lo cual es fundamental para comprender su potencial curativo y realizar más estudios [25]. El conocimiento de los

componentes bioactivos ha permitido la identificación de compuestos fitoquímicos y sus beneficios en el metabolismo humano, considerando los usos tradicionales y ancestrales de esta especie vegetal, en función a este antecedente se plantea como objetivo determinar la actividad antioxidante y composición del *C. tomentosum* en extracción húmeda y seca.

## 2. Materiales y Métodos

**Ubicación:** Este estudio fue realizado en los laboratorios de Química y Bromatología de la Universidad Estatal Amazónica, cantón Pastaza, provincia de Pastaza, en el Km 2 ½ de la carretera Puyo-Tena. Se ubica en las coordenadas Longitud: -78.0025700 Latitud: -1.4836900.

**Tipo de investigación:** Este artículo se enfoca en investigaciones experimentales dirigidas a verificar la limitada información disponible sobre esta especie en los artículos científicos en Ecuador. Además, se realizó un análisis cuantitativo, que involucró cálculos numéricos del comportamiento polifenólico y antioxidante. El enfoque utilizado es exploratorio, dado que la literatura existente carece de procedimientos detallados para la utilización de los principios activos. En consecuencia, este tipo de investigación es fundamental para generar resultados confiables que puedan respaldar la línea exploratoria de investigación.

**Materiales:** Esta especie es endémica de los Andes Ecuatorianos y fue recolectada en la región alta del cantón Riobamba, específicamente se tomaron muestras de flores y hojas, elementos esenciales para el estudio.

**Método:** Se recolectó varias ramas de un arbusto herbáceo o perenne aromático. Posteriormente, se extrajeron las hojas lanceoladas en su estado húmedo. Estas hojas son de color verde grisáceo, cubiertas con tricomas de aproximadamente 1 cm de largo (Figura 1), y emiten un aroma similar al de la menta, utilizada en la preparación de aguas aromáticas. El período de floración es de marzo a agosto. Esta especie es originaria de Ecuador y prospera en altitudes entre 1 000 y 3 500 metros. La recolección de hojas se inició después de 365 días/1 año de vida de las plantas. Alguna herramienta de identificación de género y sobre todo especie no se menciona.



**Figura 1.** *Clinopodium tomentosum*.

El proceso de deshidratación implicó la recolección de 30 g de hojas *Clinopodium tomentosum*, seguido por el secado en un horno a 40°C durante 12 horas. Al volver a pesar, se obtuvo 11 g de material vegetal seco.

### Extracción de Principios Activos

Se empleó hojas de *Clinopodium Tomentosum* en dos condiciones diferentes (húmedas y secas) para la obtención de extractos. En el caso de las hojas de la muestra seca, estas fueron sometidas a un proceso de secado en horno a una temperatura de 40°C durante 12 horas. Esta técnica se aplicó con el propósito específico de facilitar la posterior evaluación del comportamiento antioxidante y polifenólico de los extractos obtenidos.

El método utilizado para obtener el extracto de la planta que se realizó por Extracción Asistida por Ultrasonido (UEA) utilizando un equipo de ultrasonido de la marca Branson Ultrasonicos, proveniente de EE.UU. Para llevar a cabo la extracción de los principios activos, se utilizó una mezcla de metanol y agua en una proporción de 9 partes de metanol por 1 parte de agua, con una relación disolvente-muestra de 100 ml por cada 10 g de muestra obtenida.

El proceso de extracción se desarrolló a una temperatura de 50°C durante 30 minutos, seguido de la filtración de la mezcla para obtener el extracto acuoso. Posteriormente, se protegió este extracto de la luz utilizando papel de aluminio como medida para preservar sus propiedades y evitar posibles alteraciones. Este proceso de extracción mediante la UEA permite obtener un extracto concentrado y de calidad, rico en principios activos que pueden ser de interés para su aplicación en diversas investigaciones relacionadas con las propiedades antioxidantes y polifenólicas.

### Determinación de polifenoles totales

Se determinó el contenido total de polifenoles utilizando una curva de calibración basada en ácido gálico, expresando la concentración de polifenoles totales en miligramos de ácido gálico equivalentes por cada 10 gramos de hojas en peso seco.

Para la preparación de la solución de prueba, se tomó 1 ml de la muestra y se diluyó con agua destilada hasta alcanzar un volumen final de 10 ml. Posteriormente, se añadió 0,5 ml del reactivo de *Folin-Ciocalteu*, previamente diluido con agua destilada, y la mezcla se dejó reposar durante 10 minutos.

A continuación, se incorporó 0,5 ml de carbonato de sodio al 20% y se completó el matraz hasta la marca con agua destilada. La solución se agitó y se protegió de la luz utilizando papel de aluminio, dejándola reposar durante 2 horas a temperatura ambiente (20°C) para permitir la reacción química adecuada.

Finalmente, se utilizó un espectrofotómetro UV-Vis para medir la absorbancia de la solución a una longitud de onda de 765 nm, lo que permitió determinar de manera precisa la concentración de polifenoles totales en la muestra analizada. Este método proporciona una evaluación cuantitativa confiable del contenido de polifenoles, siendo un paso importante en el análisis de las propiedades antioxidantes

y bioactivas de los compuestos presentes en las hojas de interés.

### Determinación de la Actividad Antioxidante

El método FRAP (Poder Antioxidante de Reducción de Iones Férricos) se basa en la medición de la reducción de 2,4,6-tripiridil-s-triazina (TPTZ) incolora a un complejo ferroso coloreado, según lo descrito por Benzie en 1996. Para calibrar el método, se utilizó un estándar de TROLOX.

Para preparar las muestras, se realizó una dilución de 1:25 v/v con metanol y se analizó de manera inmediata. Posteriormente, se tomó una cantidad específica de esta dilución de muestra (40 µL) y se colocó en un matraz de 10 ml, al cual se le añadieron 5 ml de la solución FRAP.

El matraz se llenó hasta la marca con agua destilada y se dejó reposar en un horno a una temperatura de 37°C durante 30 minutos. Durante este tiempo, se registró la absorbancia de la solución a una longitud de onda de 593 nm. Este proceso permite evaluar el poder antioxidante de la muestra mediante la medida de su capacidad para reducir el complejo ferroso TPTZ, proporcionando información valiosa sobre su actividad antioxidante en términos de equivalente de TROLOX.

### Análisis de Espectrometría de Masas de Gases (GC/MS)

La muestra analizada por GC/MS se preparó disolviendo 10 µL de aceite básico en 1 ml de diclorometano y el volumen de inyección fue de 2 µL. El análisis se llevó a cabo en un cromatógrafo, utilizando helio como gas portador a una tasa de flujo de 1 ml/min con una división de 1:50. La programación del horno se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Programa del horno GC-MS.

Inicial (°C)	Incremento (°C /min)	Tiempo (minutos)	Temperatura final (°C)
50	1	50	100
100	5	30	250
250	-	10	250

## 3. Resultados y Discusión

### Absorbancia por el método Folin y FRAP

En la Tabla 2 se presentan los resultados de absorbancia obtenidos utilizando el método de Folin para evaluar la actividad polifenólica y el método FRAP para calcular la actividad antioxidante en hojas secas y húmedas de *Clinopodium tomentosum*. Se observa una mínima diferencia en la absorbancia entre los métodos aplicados a las muestras secas y húmedas.

Esta ligera variación se atribuye a la pérdida de humedad durante el tratamiento térmico de las hojas.

Tabla 2: Absorbancia de acuerdo a Folin y FRAP en húmedo y seco.

Tratamiento	Absorbancia (mg/l)
Folín Seco	0,1071
Folín Húmedo	0,0993
FRAP Seco	0,2395
FRAP mojado	0,1958

Estos resultados muestran que tanto las extracciones en estado húmedo como en estado seco produjeron compuestos antioxidantes y polifenólicos. Sin embargo, se observó una diferencia significativa en el contenido entre las muestras, como se detalla en la Tabla 3. Esta disparidad puede atribuirse al contenido de agua presente en las hojas durante el proceso de extracción, lo cual facilita la liberación y solubilización de los fitoquímicos presentes en la planta.

Tabla 3: Concentración de acuerdo a Folin y FRAP en extracto húmedo y seco.

TRATAMIENTO	ACONCENTRACIÓN
FOLIN seco	1,49 mg/L
FOLIN húmedo	1,39 mg/L
FRAP seco	1,27 mg/L
FRAP húmedo	1,04 mg/L

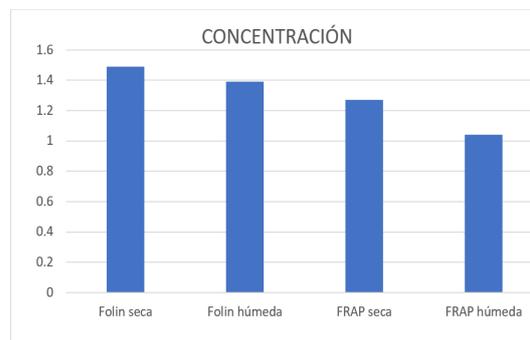


Figura 2. La actividad polifenólica total, expresada en miligramos de ácido gálico equivalente por litro (mg galato Ácido Equivalente. L-1), y la actividad antioxidante total, expresada en miligramos de equivalente de Trolox por litro (mg Trolox Equivalente. L-1), fueron determinadas según los métodos del Folin-Ciocalteu y FRAP respectivamente.

Por otro lado, en la extracción en seco, se observó una mayor concentración de ciertos polifenoles (Figura 2.). La evidencia sugiere que la recuperación de compuestos bioactivos obtenidos en el extracto está altamente influenciada por el tipo de compuesto fenólico y la polaridad del solvente de extracción [26]. Este factor es crucial en el tratamiento de la muestra, ya que estudios previos indican que tanto la extracción de polifenoles como su contenido dependen de la polaridad del solvente utilizado [27]. Por esta razón, se recomienda el uso de disolventes como metanol, etanol, acetona y agua para estos procesos, como sugiere Almendariz (2018) [28]. Esto se relaciona con el estudio llevado a cabo por Sánchez (2016) [29] sobre la extracción de polifenoles y antioxidantes en muestras secas y húmedas,

donde se identificó un óptimo parámetro de extracción en la muestra seca asistida por ultrasonido. En varios estudios, se ha observado que el metanol logra una mayor concentración de polifenoles en sus extractos en comparación con otros solventes, lo que resulta en una mayor capacidad antioxidante. Esto lo convierte en uno de los solventes más comúnmente utilizados en experimentos destinados a extraer y maximizar una mayor cantidad de compuestos bioactivos [30].

La cuantificación de polifenoles totales en la especie según el estudio de Zafrá (2023) [31] indica un contenido de 633,50 mg EAG/L en fresco y 421,85 mg EAG/L en seco y el contenido de antioxidantes de 9,17 mM trolox/ L en fresco y 17,50 mM trolox/ L en seco. Los contenidos encontrados en la especie de betacarotenos y el ácido ascórbico desempeñan roles dinámicos en la desaceleración del envejecimiento, la reducción de la inflamación y la disminución de ciertos tipos de cáncer [32]. En esta experimentación, se caracterizaron los compuestos polifenólicos y la capacidad antioxidante de las hojas de *C. tomentosum* [33]. La extracción en estado húmedo puede resultar en extractos con una menor actividad antioxidante y polifenólica en comparación con la extracción en seco, lo que puede proporcionar una mayor producción de extracto [34].

#### Composición química de *Clinopodium tomentosum*

Se identificó los compuestos de la especie vegetal mediante cromatografía de gases y se detallan en la Tabla 4 los resultados.

**Tabla 4:** Composición química del aceite de *Clinopodium tomentosum*.

Nº	Compuestos	Porcentajes
1	3-etilo pentano	0,03
2	Tetrahidro-2,5-dimetil furano	0,05
3	$\alpha$ -Piñono	0,21
4	sabineno	0,17
5	$\beta$ - Piñono	0,26
6	mirceno	0,19
7	limoneño	1,66
8	cis- piperitona epóxido	0,18
9	Epóxido de transpiperitona	41,72
10	Óxido de piperitenona	49,3
11	$\beta$ - Elemeno	0,18
12	E- Cariofileno	1,3
13	Germacrene D	1,18
14	biclogermacreno	0,16
15	2,7-Ciclododecadien-1-ol, 1,7-dimetil-4-(1-metiletil)	0,09
16	Óxido de Cariofilleno	0,07
17	syobunol	0,08
18	9-Nonadeceno	0,26
19	Tricosano	0,19
20	tetracosano	0,1
21	Hexacosano	0,24
22	Octacosano	0,08
Total		97,7

Los constituyentes importantes del aceite básico encontrados

en las hojas son la transpiperitona epóxido, que representa el 41,72%, y el óxido de piperitenona, que comprende el 49,3%. Investigaciones previas han identificado varios compuestos importantes en el aceite básico de *C. tomentosum*. En un estudio realizado por Silva (2022) [35] se reconoció al *isomenthone* como el componente principal, constituyendo el 41,72%, seguido de la pulegona con el 29,94%, hallazgo coherente con la investigación de [36], donde el *isomenthone* fue determinado como el componente principal en un 48,4%, con la pulegona como el segundo componente más importante en un 34,3%.

## 4. Conclusiones

La caracterización detallada de *Clinopodium tomentosum* ha proporcionado información crucial para lograr una óptima extracción de sus compuestos. Al analizar el contenido antioxidante y polifenólico utilizando los métodos de *Folin-Ciocalteu* y FRAP, se concluyó que la aplicación de ultrasonido a la muestra seca resulta en un rendimiento mejorado. Con base en la composición química, dos elementos fueron identificados como los más significativos: la trans-piperitona epóxido y el óxido de piperitenona, ambos pertenecientes al grupo de éteres cíclicos oxigenados y derivados de la piperitona.

#### Financiamiento:

La investigación tuvo el apoyo de la Universidad Estatal Amazónica.

#### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

#### Contribuciones de autores

Autor principal: Visualización; revisión-edición; primer borrador; validación; supervisión; metodología; análisis  
Primer coautor: Administración; conceptualización; análisis  
Segundo coautor: Administración; conceptualización; análisis

## 5. Referencias

1. VAN NIEKERK, Alvin (ed.). Ethics in agriculture-an African perspective. *e-book* [online]. 2005, ISSN: 1-4020-2989-6. Disponible en: <https://link.springer.com/book/10.1007/1-4020-2989-6>.
2. MACÍA, Manuel J. Multiplicity in palm uses by the Huaorani of Amazonian Ecuador. *Botanical Journal of the Linnean Society* [online]. 2004, vol. 144, n.º 2, págs. 149-159. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2003.00248.x>.
3. CRESPO, Juan Manuel y VILA, David. Saberes y conocimientos ancestrales, tradicionales y populares. Buen Conocer-FLOK Society. *Documento de política pública* [online]. 2014, vol. 5, n.º 2. Disponible en: <https://>

- floksociety.org/docs/Espanol/5/5.3.pdf.
4. SORIA ZURITA, Viviana Alexandra y MAYORGA ASES, María José. Turismo de salud y medicina tradicional en el cantón Pujilí. *Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Ambato-Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación-Carrera de Turismo* [online]. 2024. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/40420>.
  5. BUSSMANN, Rainer W. y SHARON, Douglas. Plantas medicinales de los Andes y la Amazonía. La flora mágica y medicinal del Norte del Perú. *Ethnobotany Research and Applications*. [Online]. 2015, vol. 15, n.º 1, págs. 1-293. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-916684>.
  6. VALLEJO-QUINTERO, Victoria Eugenia. Importancia y utilidad de la evaluación de la calidad de suelos mediante el componente microbiano: experiencias en sistemas silvopastoriles. *Colombia forestal*. [Online]. 2013, vol. 16, n.º 1, 83-99. ISSN 0120-0739. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-07392013000100006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-07392013000100006&script=sci_arttext).
  7. BRAVO GARRIDO, Jessica Andrea. Caracterización de un aceite esencial obtenido desde una especie vegetal nativa con efecto antifúngico frente a patógenos emergentes en el sector apícola, *Nosema apis* y *Nosema ceranae*. *Tesis de Doctor en Ciencias Farmacéuticas. Universidad de Chile* DOI: 10.5354/0719-4150.2014.36519. [Online]. 2014. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/185138>.
  8. ENRIQUEZ ESTRELLA, Miguel Ángel; POVEDA DÍAZ, Sonia Elizabeth y ALVARADO, Glenda Indira. Bioactivos de la hierba luisa utilizados en la industria. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* [online]. 2023, vol. 14, n.º 1, págs. 1-11. Disponible en: <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i1.3249>.
  9. CASTILHO, Paula; LIU, Kai; RODRIGUES, Ana Isabel; FEIO, Sónia; TOMI, Félix y CASANOVA, Joseph. Composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Clinopodium ascendens* (Jordan) Sampaio from Madeira. *Flavour and Fragrance Journal*, [online]. 2006, vol. 22, n.º 2, págs. 139-144. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ffj.1771>.
  10. EBERT, Andreas W. y ENGELS, Johannes MM. Plant biodiversity and genetic resources matter!. *Plants*, [online]. 2020, vol. 29, n.º 12, pág. 1706. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/plants9121706>.
  11. ROMANI, Roberto; BEDINI, Stefano; SADERNO, Gianandrea; ASCRIZZI, Roberta; FAMINI, Guido; ECHEVERRIA, Maria Cristina; FARINA, Priscila y CONTI, Barbara. Andean Flora as a Source of New Repellents against Insect Pests: Behavioral, Morphological and Electrophysiological Studies on *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Insects*, [online]. 2019, vol. 10, n.º 6, pág. 171. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/insects10060171>.
  12. CUEVA INFANTE, Cesáreo. Etnobotánica de las plantas medicinales del caserío Laguna San Nicolas, distrito de Namora-Cajamarca. *Tesis de Ingeniería. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú*, [online]. 2019. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3311>.
  13. FITZGERALD, Martin; HEINRICH, Michael y BOOKER, Anthony. Medicinal plant analysis: A historical and regional discussion of emergent complex techniques. *Frontiers in pharmacology*, [online]. 2020, vol. 10, n.º 1, pág. 423244. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fphar.2019.01480>.
  14. CHAPMAN, C. Richard; LIPSCHITZ, David; ANGST, Martin; VON KORFF, Michael; WEBSTER, Lynn; WEISNER, Constance; CHOU, Roger; DENISCO, RICHARD; DONALDSON, Gary; FINE, Perry; FOLEY, Kathleen; AARON, Gilson; HADDOX, David; HORN, Susan; INTURRISI, Charles y JICK, Susan. Opioid pharmacotherapy for chronic non-cancer pain in the United States: a research guideline for developing an evidence-base. *The Journal of Pain*, [online]. [s.f.], vol. 9, n.º 1, págs. 807-829. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2010.02.019>.
  15. ALZHRANI, Sabah Awad. Actividad antioxidante de *Mentha longifolia* L. y sus aplicaciones. *Universidad Complutense de Madrid*, [online]. 2022. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14352/3658>.
  16. GACHET, María Salomé; SALAZAR LECARO, Javier; KAISER, Marcel; BRUN, Reto; NAVARRETE, Hugo; MUNOZ, Ricardo; BAUER, Rudolf y SCHÜHLY. Assessment of anti-protozoal activity of plants traditionally used in Ecuador in the treatment of leishmaniasis. *Journal of ethnopharmacology*, [online]. [s.f.], vol. 128, n.º 1, págs. 184-197. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.01.007>.

17. ORTÍZ ORTÍZ, Cristian y VASQUEZ FREYTEZ, Carlos. Efecto in vitro del extracto de *Clinopodium tomentosum* para el control de *Eotetranychus lewisi* y *Oligonychus coffeae* (Acari: Tetranychidae). *Tesis de Ingeniería. Universidad Técnica de Ambato*, [online]. 2020. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/31499>.
18. MORALES CHICAIZA, Ginger Solange y ROLDÁN GARCÉS, Mishell Jaqueline. Caracterización del extracto acuoso de tzinzo (*Tagetes minuta*) en función de la composición química y capacidad antioxidante. *Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador*. [Online]. 2023. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/11021>.
19. RIVERO-GUERRA, Aixa Ofelia. Uso tradicional de especies de plantas en trece provincias de Ecuador. *Collectanea Botanica*. [Online]. 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.3989/collectbot.2021.v40.002>.
20. RODRIGUEZ SAUCEDA, Elvia Nereyda. Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas. *Ra Ximhai*. [Online]. 2011, vol. 27, n.º 1, págs. 153-170. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/461/46116742014.pdf>.
21. TROYA GONZALES, Alexander. Estudio etnobotánico medicinal en el CP. La Unión Distrito Sallique, Jaén-Perú. *Universidad Nacional de Cajamarca, Perú*. [Online]. 2023. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5511>.
22. LÓPEZ, Laura Beatriz y SUÁREZ, Marta María. Fundamentos de nutrición normal-3ra edición. *Ecoe Ediciones*. [Online]. 2023. Disponible en: <https://www.perlego.com/book/4247434>.
23. PARIONA CAHUANA, Judith Sthefani. Efecto del solvente y tiempo en la extracción por microondas de glucosinolatos y compuestos fenólicos de mashua morada (*Tropaeolum tuberosum*). *Tesis de Ingeniería. Universidad Nacional del Centro del Perú*. [Online]. 2019. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12894/5702>.
24. ROSERO, Santiago y MORALES, Daya. Obtención y caracterización de polifenoles y flavonoides de extractos de *Baccharis macrantha* (Chilca) y estudio de su actividad antioxidante y antiinflamatoria. *Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador*, [online]. 2020. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30842>.
25. MAYTORENA VERDUGO, Claudia Ivette. Efecto de solventes orgánicos y temperatura en la actividad enzimática de las lipasas digestiva e Intracelular de *Penaeus vannamei*. *Tesis de Ingeniero Bioquímico. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador*, [online]. 2018. Disponible en: <http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/2698>.
26. ENRÍQUEZ ESTRELLA, Miguel Ángel. Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido fenólico del aceite esencial de hojas secas y húmedas de Guaviduca (*Piper carpunya Ruiz Pav*). *SEMIÁRIDA Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam* [online]. 2021, vol. 31, n.º 1, págs. 09-15. Disponible en: <https://repo.unlpam.edu.ar/handle/unlpam/7030>.
27. TENG Hui; GHAFOR, Kashif y CHOI, Yong Hee. Optimization of microwave-assisted extraction of active components from Chinese quince using response surface methodology. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry* [online]. 2009, vol. 2, n.º 52, págs. 694-701. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.3839/jksabc.2009.115>.
28. ALMENDARIS CASTILLO, Mario Vicente. Clarificación del jugo de naranja (*Citrus sinensis*) mediante la utilización de diferentes niveles de quitosano. *Tesis de Licenciatura. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador* [online]. 2018. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/8134>.
29. SÁNCHEZ GONZÁLEZ, Diana Marcela. Impacto de la fortificación con vitaminas del Complejo B (tiamina B1, riboflavina B2, nicotinamida B3, ácido fólico B9) en harinas de trigo y alimentos derivados. *Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires, Argentina* [online]. 2015. Disponible en: [https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis\\_n5866\\_SanchezGonzalez.pdf](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n5866_SanchezGonzalez.pdf).
30. ZAMORA FIGUEROA, Bárbara Isabel. Evaluación de la actividad antioxidante de extractos de polifenoles obtenidos a partir de factores de desecho de frutas comercializadas en Venezuela: uso de diferentes solventes y técnicas de extracción. *Tesis Doctoral. Universidad Central de Venezuela, Venezuela* [online]. 2017. Disponible en: <hdl.handle.net/10872/19630>.
31. ZAFRA ROJAS, Quinatzin Yadira. Optimización de la extracción de antioxidantes de un residuo de zarzamora (*Rubus fruticosus*), empleando termo-ultrasonido, para su utilización como

- aditivo en yogurt. *UAEH Biblioteca Digital* [online]. 2023. Disponible en: <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/handle/231104/3659>.
32. TORREZ MAMANI, Juan José. Caracterización Fisicoquímica de los aceites esenciales, obtenidos a nivel laboratorio y piloto para el control de afidos. *Tesis Doctoral. Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia* [online]. 2012. Disponible en: <https://iconline.ipleiria.pt/handle/10400.8/3474>.
  33. ZUÑIGA OLAGUIBEL, Magnolia. Composición química de los aceites esenciales de *Minthostachys spicata* (Benth) Epling, *Clinopodium bolivianum* (Benth) Kuntze, *Tanacetum vulgare* Linnaeus y *Mentha x piperita* var. *Citrata* (Ehrh.) Briq y su efecto insecticida para *Pagiocerus frontalis*. *Tesis de Maestría. Universidad de San Antonio Abad del Cusco, Perú* [online]. 2022. Disponible en: <http://200.48.82.27/handle/20.500.12918/6866>.
  34. GALLEGO IRADI, María Gabriela. Estudio de la actividad antioxidante de diversas plantas aromáticas y/o comestibles. *Tesis de Universidad Politecnica de Catalunya, España* [online]. 2016. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/105811>.
  35. SILVA PAREDES, Jeny Mariana. Optimización del proceso de extracción hidroalcohólica a partir del eneldo (*Anethum graveolens*) en función del contenido de polifenoles totales y actividad antioxidante. *Tesis de Maestría. Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador*, [online]. 2022. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8381>.
  36. ENRÍQUEZ, Miguel y PÉREZ, Manuel. Comportamiento antioxidante y polifenólico de la Guaviduca (*Piper carpunya* L) en extracción seca y húmeda. *Alimentos Ciencia e Ingeniería*, [online]. 2020, vol. 27, n.º 1, págs. 11-11. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/343948814\\_COMPORTAMIENTO\\_ANTIOXIDANTE\\_Y\\_POLIFENOLICO\\_DE\\_LA\\_GUAVIDUCA\\_Piper\\_carpunia\\_L\\_EN\\_EXTRACCION\\_HUMEDA\\_Y\\_SECA](https://www.researchgate.net/publication/343948814_COMPORTAMIENTO_ANTIOXIDANTE_Y_POLIFENOLICO_DE_LA_GUAVIDUCA_Piper_carpunia_L_EN_EXTRACCION_HUMEDA_Y_SECA).



Artículo de **libre acceso** bajo los términos de una **Licencia Creative Commons Reconocimiento – NoComercial – CompartirIgual 4.0 Internacional**. Se permite que otros remezclem, adapten y construyan a partir de su obra sin fines comerciales, siempre y cuando se otorgue la oportuna autoría y además licencien sus nuevas creaciones bajo los mismos términos.