
UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS FITOQUÍMICOS PRESENTES EN *Eysenhardtia polystachya* (PALO AZUL, PALO DULCE)

A LITERATURE REVIEW OF THE PHYTOCHEMICALS PRESENT IN *Eysenhardtia polystachya* (PALO AZUL, PALO DULCE): REVIEW

Herrera Cárdenas, J.A.

Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros, Prolongación Reforma 168 Barrio de Santiago
Mihuacán, C.P- 74420. Teléfono: (243) 43 63896.

Autor de correspondencia: jorgea.herrera@utim.edu.mx

Recibido: 22/septiembre/2023

Aceptado: 05/enero/2024

RESUMEN

Las comunidades rurales preservan un importante conocimiento ancestral sobre el uso de los recursos florísticos, como opción primaria para el tratamiento de múltiples padecimientos. Debido a diferentes factores socioeconómicos, el patrimonio cultural de estas comunidades se ha erosionado, lo que representa un riesgo para la conservación de estos saberes. El objetivo de este trabajo fue realizar una revisión de los trabajos publicados de 2010 a 2023 para identificar evidencia documental sobre la caracterización fitoquímica y aplicaciones terapéuticas de los extractos de *Eysenhardtia polystachya*. Para ello se realizó una búsqueda en Google académico a través de las siguientes palabras clave: *Eysenhardtia polystachya* therapeutic applications; se consultaron los siguientes datos: compuestos químicos identificados, aplicaciones terapéuticas, partes de la planta de interés, formas de extracción y tipos de solvente utilizados, se ordenaron en una hoja de cálculo de Excel para su posterior análisis. Se encontraron 22 compuestos con propiedades terapéuticas reportadas, las aplicaciones terapéuticas más frecuentes fueron enfermedades renales y complicaciones de la diabetes. Sin embargo, también se reportó su uso como antiinflamatorio, antinociceptivo, antidiarreico, antibacterial y para el tratamiento de la

depresión, demencia y Alzheimer; la parte más utilizada de la planta es la corteza, seguido de los tallos y las hojas; los solventes de extracción más utilizados son el agua y el metanol. *Eysenhardtia polystachya* representa una importante fuente de metabolitos secundarios con aplicaciones terapéuticas, por lo que es importante conservar y respaldar científicamente los saberes relacionados con los recursos naturales de las comunidades rurales.

Palabras clave: *herbolaria, conocimiento empírico, etnobotánica.*

ABSTRACT

Rural communities preserve important ancestral knowledge about the use of floristic resources, as a primary option for the treatment of multiple conditions. Due to different socioeconomic factors, the cultural heritage of these communities has eroded, which represents a risk for the conservation of this knowledge. The objective of this work was to carry out a review of the literature published from 2010 to 2023 to identify documentary evidence on the phytochemical characterization and therapeutic applications of *Eysenhardtia polystachya* extracts. For this purpose, a search was carried out on Google Scholar using the following keywords: *Eysenhardtia polystachya* therapeutic applications. Registered chemical compounds, therapeutic applications, parts of the plant of interest, forms of extraction and types of solvent used were focused. Afterward, the data were organized in an Excel spreadsheet for subsequent analysis. 22 compounds with reported confirmed therapeutic properties were found, the most frequent therapeutic applications were kidney diseases and diabetes constraints. However, its use as anti-inflammatory, antinociceptive, antidiarrheal, antibacterial and for the treatment of depression, dementia and Alzheimer's was also reported; The most used part of the plant is the bark, followed by the stems and leaves; The most used extraction solvents are water and methanol. *Eysenhardtia polystachya* represents an important source of secondary metabolites with therapeutic applications, so it is important to conserve and scientifically support knowledge related to the natural resources of rural communities.

Keywords: *herbalism, empirical knowledge, ethnobotany*

INTRODUCCIÓN

Las plantas medicinales son una fuente de fácil acceso y de primera mano en comunidades rurales (Lorenzo *et al.*, 2023; Mbuni *et al.*, 2021). Son una opción viable, asequible y culturalmente apropiada para el tratamiento de diversas enfermedades, y su uso es cada vez más frecuente en todo el mundo (Beyene *et al.*, 2016; Miranda, 2021). Representan un servicio ecosistémico implicado directamente en el bienestar humano (Caballero *et al.*, 2019). Al igual que algunos animales y minerales se encuentran entre los productos naturales que han sido la base en el tratamiento de muchas enfermedades durante siglos (Süntar, 2020).

Es importante conservar el conocimiento sobre el uso de estas plantas con la finalidad de preservar su utilización como alternativa terapéutica (Lorenzo *et al.*, 2023). La modernización afecta negativamente el grado y profundidad del conocimiento de los recursos naturales; el aumento del nivel educativo, la migración y la urbanización están relacionados con la pérdida de la capacidad de reconocer, nombrar, utilizar y gestionar los recursos vegetales (Arjona *et al.*, 2021). Por lo anterior, es imprescindible garantizar la transmisión de estos saberes entre la población local para conservar el conocimiento indígena y prevenir la extinción de las plantas medicinales (Tefera y Kim, 2019).

Dada la riqueza cultural de México, es necesario conocer las características naturales de cada región, lo cual nos permitirá entender la importancia de los recursos naturales de nuestro país (Centeno, 2022). Debido a la creciente dilución de los saberes ancestrales con relación al uso de plantas medicinales, es importante sistematizar estos conocimientos (Carreño-Hidalgo, 2016), con la finalidad de revalorarlos y gestionar alternativas para promoverlos y fortalecerlos como elementos estratégicos del desarrollo local, regional y sustentable (Díaz *et al.*, 2022).

Conforme estos saberes se transformen en conocimiento científico se podrán conocer sus efectos sobre la salud humana y de esta manera se podrá expandir su uso a través de políticas públicas adecuadas (Arroniz *et al.*, 2023). Recientemente, se ha prestado mucha atención a los estudios farmacológicos y fitoquímicos de las plantas medicinales tradicionales (Süntar, 2020). Lo cual ayuda a identificar compuestos fitoquímicos bioactivos potencialmente útiles para la síntesis de nuevos medicamentos para diversas enfermedades (Ashfaq *et al.*, 2019).

En la comunidad de Santa Cruz Agua Escondida que se ubica en el municipio de Izúcar de Matamoros, se han detectado 21 especies florísticas con propiedades terapéuticas (de acuerdo con los habitantes de la comunidad). Entre ellas se encuentran: el cuatecomate (*Crescentia alata* Kunth), paraca (*Senna skinneri*), tres costillas (*Serjania triquetra*), caulote (*Guazuma ulmifolia*), ayoyote (*Thevetia peruviana*), árbol del zopilote (*Swietenia humilis* Zucc) y coatillo o palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*) (Herrera *et al.*, 2023). Siendo la caracterización de esta última planta el objeto de esta revisión de literatura.

El coatillo o palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*) es una planta perteneciente a la familia de las leguminosas. Es un arbusto que llega a medir de 2 a 8 m de altura, habita en clima cálido, semi cálido, seco y templado, desde los 100 hasta 2300 m s.n.m., característico del bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio, matorral xerófilo, bosque espinoso, mesófilo de montaña de pino y encino (UNAM, 2009). Posee inflorescencias dispuestas en racimos espigados terminales o subterminales, 5 a 7 cm de largo (Figura 1); cáliz campanulado, 2.5 a 3 mm de largo, 5- lobulados; corola blanca, formada por 5 pétalos libres, de 5 mm de largo por 1.3 a 2 mm de ancho, oblongos (Vázquez *et al.*, 2001).

Figura 1. *Planta de Eysenhardtia polystachya en la comunidad de Santa Cruz Agua Escondida, municipio de Izúcar de Matamoros.*



Fuente: elaboración propia

La distribución de *Eysenhardtia polystachya* en México abarca 22 estados de la República Mexicana y también se han encontrado en el sureste de los Estados Unidos de América (García *et al.*, 2020). También se le conoce como palo dulce o palo azul porque la infusión de la corteza es dulce y tiene un ligero color dorado con fluorescencia azulada (Álvarez *et al.*, 1998).

El objetivo de este trabajo fue realizar una recopilación de aspectos relevantes como, aplicaciones terapéuticas, caracterización fitoquímica y naturaleza del extracto de la planta *Eysenhardtia polystachya*, la cual se conoce como: coatillo, palo dulce o palo azul. Con la finalidad de generar un acervo bibliográfico sobre sus propiedades y composición fitoquímica.

METODOLOGÍA

Se realizó una consulta bibliográfica en el buscador *Google scholar* a través de las siguientes palabras clave: *Eysenhardtia polystachya* therapeutic applications, en el periodo de 2010 a 2023. Se encontraron 278 trabajos, de los cuales solo 179 contenían información sobre la planta. De los trabajos resultantes se consultaron los siguientes datos: compuestos químicos identificados, aplicaciones terapéuticas, parte de la planta de donde se obtuvo el extracto y solvente utilizado. Los datos fueron organizados en una hoja de cálculo de Excel y se analizó a través de la frecuencia de aparición.

RESULTADOS

El coatillo o palo dulce posee múltiples componentes con aplicaciones terapéuticas. La naturaleza de las sustancias bioactivas depende de la parte extraída y el solvente de extracción. A continuación, se describen los resultados de la siguiente manera, primero se presentan los principales componentes reportados. En seguida las aplicaciones terapéuticas y, por último, se mencionan las partes de las cuales se han obtenido los extractos y los solventes de extracción.

Compuestos químicos identificados en la planta: de acuerdo con Sansores y colaboradores (2022), el extracto de *Eysenhardtia polystachya* posee diferentes compuestos bioactivos tales

como; polifenoles, flavonoides, fitoesteroles, saponinas, furanocromonas, alcaloides y terpenoides. Por otra parte, Karati y colaboradores (2022) reportaron que las diferentes partes del árbol poseen diferentes metabolitos secundarios como; calconas, cumarinas, dihidrocalconas, ácidos grasos, flavonoides, flavonas, flavanonas, isoflavonoides, fenoles, pterocarpan y azúcares. Tu y colaboradores (2021) reportaron la presencia de 9-metoxi-2,3-metilenloxycoumestano, un compuesto perteneciente a una colección de metabolitos secundarios aromáticos policíclicos derivados de plantas. Duval y Duplais (2017) y Donalson (2020) reportaron la presencia de un flavonoide fluorescente llamado matlalina. Croce (2021) reportó la presencia de coatlina B, una rara C-glucosil- α -hidroxidihidrocalcona, ambas sustancias como responsables de la emisión de una luz azul de la madera, característica de la infusión de la corteza de esta planta (Figura 2). Otros compuestos que se han reportado son el D-pinitol (3-O-metil-d-chiro-inositol) (Lin *et al.*, 2021; Sánchez *et al.*, 2021) y las flavonas preniladas (Bustos *et al.*, 2020).

Figura 2. Emisión de luz de la infusión de *Eysenhardtia polystachya*, al irradiar con luz.



Fuente: elaboración propia

Pérez y colaboradores (2016) aislaron seis flavonoides de la corteza. García y colaboradores (2020) reportaron la presencia de 91 metabolitos secundarios en el género *Eysenhardtia*, de los cuales 61 se han detectado en *E. polystachya*, 22 en *E. plarycarpa*, 6 en *E. subcoriacea* y 3 en *E. texana*; de los 61 compuestos detectados en *E. polystachya* 44 son flavonoides. En la tabla 1 se muestran los

compuestos identificados en los trabajos revisados, así como sus posibles aplicaciones terapéuticas reportadas.

Tabla 1. *Compuestos identificados en los trabajos revisados y sus aplicaciones terapéuticas*

Compuesto	Uso	Referencia
(3S) 3',7-dihydrox- -2',4',5',8-tetramethoxyisoflavona	Antiinflamatorio	Arora <i>et al.</i> , 2022
(3S)-2', 3', 4', 5', 8', Pentametoxi-7-O-acteilisoflavona	Antiinflamatorio	Arora <i>et al.</i> , 2022; Vengurlekar y Chaturvedi, 2022
(3S)-2', 4', 5', 8'-Tetrametoxi-3', 7-O-diacetilisoflavona	Efecto citotóxico	Alonso <i>et al.</i> , 2011
(3S)-3',7-dihidroxi-2',4',5',8-tetrametoxiisoflavona	Efecto citotóxico	Alonso <i>et al.</i> , 2011
(3S)-7-Hidroxi-2,3'4'5'8'pentametoxiisoflavona,	Antiinflamatorio	Vengurlekar y Chaturvedi, 2022
2',4'-dihidroxicalcona-6'-O-β-D-glucopiranosido	Antioxidante	Pérez <i>et al.</i> , 2016
3,4-dimetoxi-8,9-(metilendioxi) pterocarpan	Antinflamatorio	Singh <i>et al.</i> , 2020
3'-O-β-d-glucopiranosil α,4,2',4',6'-pentahidroxi-dihidrocalcona	Antidiabético	Stompor <i>et al.</i> , 2019
4',5'-trimetoxiisoflavona	Urolitiasis	Kasote <i>et al.</i> , 2017
6'7-dihidroxi-5,8-dimetoxi-8(3-fenil-trans-acriloil)-1-benzopiran-2-ona	Antioxidante	Pérez <i>et al.</i> , 2016
7-hidroxi2 L, 4', 5L-trimetoxiisoflavona	Antioxidante	Pérez <i>et al.</i> , 2016
7-hidroxi-2',4',5' trimetoxiflavona	Urolitiasis	Nagal y Singla, 2013
7-hidroxi-4L-metoxiisoflavona	Urolitiasis	Nagal y Singla, 2013
7-hidroxi-5,8'-dimetoxi-6'α-L-ramnopiranosil-8-(3-fenil-trans-acriloil)-1-benzopirano -2-ona	Antioxidante	Pérez <i>et al.</i> , 2016
9-hidroxi-3,8- dimetoxi-4-prenilpterocarpan	Antioxidante	Pérez <i>et al.</i> , 2016
C-glucosil-α-hidroxidihidrocalcona (Coatline B)	Fluorescencia	Croce, 2021
Cuneatina (7-hidroxi-3-(6-metoxi-1,3-benzodioxol-5-il)-4H-1-benzopiran-4-ona)	Antiinflamatorio	Singh <i>et al.</i> , 2020
d-pinitol (3-O-metil-d-chiro-inositol)	Antidiarreico	Sánchez <i>et al.</i> , 2021
	Antinociceptivo	Azan, 2022
	Demencia	Mora <i>et al.</i> , 2023
	Alzheimer	Mora <i>et al.</i> , 2023
	Nefropatía diabética	Mora <i>et al.</i> , 2023
Isoduartin: (+)-7,2'-Dihydroxy-8,3',4'-trimethoxyisoflavona	Efecto citotóxico	Alonso <i>et al.</i> , 2011
Stigmasterol	Antiinflamatorio	Singh <i>et al.</i> , 2020
α,3,2',4'-tetrahidroxi-4-metoxi-dihidrocalcona-3'-C-β- glucopiranosia-6'-O-β-D-glucopiranosido	Antioxidante	Pérez <i>et al.</i> , 2016
α, β-dihidroxi-antohumol	Antiinflamatorio	Stompor <i>et al.</i> , 2019

Fuente: *elaboración propia*

Partes analizadas y solvente de extracción: de los trabajos revisados, donde se menciona la parte de la planta utilizada, el 70% obtuvieron el extracto a partir de la corteza, 14% de los tallos, y el resto de la combinación entre corteza, tallos, hojas y partes aéreas en general. En otros trabajos se reporta que el 48% de los metabolitos secundarios extraídos de esta planta provienen de la corteza, el 24% de las ramas y hojas, el 12% de las ramas y el resto de las hojas, madera y partes aéreas (García *et al.*, 2020).

Con relación al solvente que se utilizó para la obtención del extracto; de los 179 trabajos revisados solo 22 mencionan el solvente que se utilizó para la obtención del extracto; 7 trabajos reportaron el uso de etanol (Rosas-Piñón *et al.*, 2012; Chinsebu, 2016; Alonso-Castro *et al.*, 2018; Alonso-Castro *et al.*, 2019; Arora *et al.*, 2022; Vengurlekar, S., y Chaturvedi, 2022; Karati *et al.*, 2022), 5 metanol (Gutiérrez, 2015; Agte y Gite, 2019; Wickramasinghe *et al.*, 2022; Tienda-Vázquez *et al.*, 2022; Chhabria *et al.*, 2022), 4 agua-metanol (Gutiérrez y Báez, 2014; Velindali *et al.*, 2020; Agte y Gite, 2019; Chhabria *et al.*, 2022), 3 agua (Orozco-Martínez *et al.*, 2020; Kambale *et al.*, 2022; Lorenzo-Barrera *et al.*, 2023), 1 diclorometano (Tucuch-Pérez *et al.*, 2021). En un trabajo reportaron el uso de cloroformo (Karati *et al.*, 2022) y en otro acetato de etilo (Molina, 2020). En un estudio similar, reportaron que el 30% de los compuestos se extrajeron con metanol, el 27% con una mezcla de agua metanol, el 20% con etanol y el resto con combinaciones de cloroformo, diclorometano, agua y metanol (García *et al.*, 2020).

Aplicaciones terapéuticas

De los trabajos revisados solo 104 mencionan las aplicaciones terapéuticas de la planta, dos de los trabajos que se revisaron fueron retractados y los 73 restantes no lo mencionan. El 50% de los trabajos que mencionan las aplicaciones terapéuticas, reportan su uso para enfermedades renales y complicaciones de la diabetes, el resto menciona su efecto antiinflamatorio, antiespasmódico, antitumoral, antinociceptivo, antidiarreico, antibacterial y analgésico.

Enfermedades renales: se reporta que las plantas en las comunidades rurales se utilizan como primera opción para la atención de enfermedades, *Eysenhardtia polystachya* se utiliza para las infecciones renales mediante el remojo de los tallos de la planta (Lorenzo-Barrera *et al.*, 2023). Son una amplia fuente de sustancias nefroprotectoras y pueden tener efectos beneficiosos en

diferentes niveles de las vías fisiológicas que conducen al daño renal. El extracto metanólico de esta planta contribuye a la disminución del estrés oxidativo prerrenal e intrínseco (Tienda *et al.*, 2022).

Sansores y colaboradores (2022) mencionaron que los compuestos bioactivos de *Eysenhardtia* pueden estar relacionados con actividades litolíticas, antiespasmódicas y diuréticas, así como un efecto inhibitorio sobre la cristalización, nucleación y agregación de cristales, lo que ayuda en el tratamiento de la urolitiasis. En otros estudios se evaluó la actividad antiurolitiásica de 7-hidroxi 2 L, 4', 5L-trimetoxiisoflavona y 7-hidroxi-4 L-metoxiisoflavona sobre la formación de cálculos, observando una disminución en el tamaño de cálculos en ratas tratadas con estos compuestos (Yadav *et al.*, 2011; Kasote *et al.*, 2017). Esta planta constituye una alternativa a los diuréticos convencionales con eficacia y efectos adversos bajos efectos en la etnomedicina (Salazar *et al.*, 2018), lo cual se les atribuye a las isoflavonas (Kumar *et al.*, 2010).

Mejoras en el metabolismo de los carbohidratos: la actividad de algunos antioxidantes aislados de la corteza representa una alternativa prometedora para mejorar los efectos terapéuticos al evitar trastornos en las reacciones redox normales en células sanas, lo que en consecuencia podría aliviar las complicaciones de la diabetes (Pérez *et al.*, 2016). Además, inhibe el estrés hiperglucémico, hiperlipidémico y oxidativo, lo que indica que estos efectos pueden estar mediados por la interacción con múltiples objetivos que operan en la diabetes mellitus (Gutiérrez y Báez, 2014). Otro estudio reportó que la dihidrocalcona 3'-O- β -d-glucopiranosil α ,4,2',4',6'-pentahidroxi-dihidrocalcona es un importante agente antiglicación que atenúa el daño renal en ratones al inhibir la formación de productos finales de glucosilación avanzada (Pérez *et al.*, 2019). También se ha reportado que este compuesto mejora la disfunción renal y reduce la hemoglobina glucosilada y los productos finales de glucosilación avanzada, en presencia de una recuperación histológica significativa del riñón (Capasso y Di Cesare, 2020).

En un trabajo de revisión se reportó que el extracto agua metanol (1:1) v/v de la corteza de esta planta promueve la supervivencia de las células β pancreáticas en peces cebras diabéticos inducidos por glucosa (Velidandi *et al.*, 2020). Por otra parte, se documentó que los derivados de cumarina-calcona aislados de la corteza de *Eysenhardtia polystachya* disminuyen significativamente el nivel

de malondialdehído e incrementan significativamente los niveles de superóxido dismutasa y glutatión en el páncreas, hígado y riñones de animales diabéticos (Konidala *et al.*, 2020). Finalmente, en una revisión donde se analizaron 85 trabajos y se estudiaron 40 plantas con propiedades hipoglucemiantes, se encontró la presencia de 24 metabolitos secundarios en *Eysenhardtia polystachya* (Escandón *et al.*, 2020).

Beneficios contra problemas de artritis: se reportó el uso de la corteza de *Eysenhardtia polystachya* para el tratamiento de la artritis reumatoide y el control del dolor (Pablo-Pérez *et al.*, 2018). En una revisión realizada por Karati y colaboradores (2022) encontraron que los metabolitos secundarios de esta planta (específicamente flavonoides) reducen la inflamación secundaria en ratas artríticas, promoviendo las alteraciones histopatológicas y al mismo tiempo reduciendo los niveles de citocinas proinflamatorias circulantes. Otros estudios mencionan que 6 compuestos aislados de esta planta reducen las concentraciones séricas de las citocinas proinflamatorias IL-6 y TNF- α (Singh *et al.*, 2020). De acuerdo con Stompor y colaboradores (2019) el efecto antiinflamatorio de esta planta se asocia a la presencia del α , β -dihidroxantohumol.

Tal como se muestra en la Tabla 1, dos de los compuestos con propiedades antiinflamatorias son la (3S)-7-hidroxi-2',3',4',5',8-pentametoxiisoflavona y (3S) 3',7-dihidroxi-2',4',5',8-tetrametoxiisoflavona (Arora *et al.*, 2022), además desempeñan un importante papel como compuestos antioxidantes, debido a que pueden donar átomos de hidrógeno a los radicales libres reactivos y extinguirlos con éxito en formas reducidas menos reactivas (Chakraborty y Mandal, 2018), por lo mismo, son capaces de inhibir el proceso antiinflamatorio por diversos mecanismos de acción, *in vitro* e *in vivo* (Taípe, 2018).

Otras aplicaciones

Trastornos mentales: se reporta su uso para el tratamiento de la demencia, el Alzheimer, la depresión y las convulsiones. Específicamente asociado a la presencia de D-pinitol, un poliol que se encuentra en muchas frutas, así como en muchos miembros de las familias *Leguminosae*, *Fabaceae* y *Pinaceae*. Este compuesto, desempeña un rol importante en las plantas como

modulador celular fisiológico frente a condiciones ambientales desfavorables, como déficit hídrico y alto nivel de salinidad (Alonso *et al.*, 2019, Mora *et al.*, 2023).

Efecto citotóxico: también se ha reportado el efecto citotóxico de los siguientes flavonoides: (3S)-7-Hidroxi-2,3'4'5'8' pentametoisoflavona, (3S)-3'7-Dihidroxi-2', 4', 5', 8-Tetrametoisoflavona, (3S)-2', 3', 4', 5', 8', Pentametoxi-7-O-acteilisoflavona, (3S)-2', 4', 5', 8-Tetrametoxi-3', 7-O-diacetilisoflavona y el Isoduartin; obtenidos a partir del extracto metanólico de los tallos y corteza (Alonso *et al.*, 2011).

Fluorescencia: en la segunda mitad del siglo XVI el botánico Nicolás Monardes describió por primera vez la emisión de fluorescencia, de color azul intenso de una infusión acuosa de *Eysenhardtia polystachya*, dándose a conocer como *Lignum nephriticum* (madera de riñón) (Cugnasca y Santos, 2021). La fluorescencia es una forma de emisión de luz exhibida por ciertas sustancias como resultado de la exposición a la radiación externa de una longitud de onda más corta (Wagh *et al.*, 2021). Esta propiedad ha sido del interés en las ciencias médicas por su potencial como agente de acoplamiento para portadores de fármacos (Ferreira *et al.*, 2015). Además de utilizarse como biosondas para la detección de mitocondrias, imágenes y seguimiento celular, detección de portadores de proteínas de ADN en fase S, detección de d-glucosa, visualización del tratamiento del cáncer, terapia guiada por imágenes, imágenes bacterianas, terapia fotodinámica y detección de drogas (Wagalgave *et al.*, 2021; Islam, 2017).

Finalmente, algunos trabajos mencionan que, las limitaciones de los tratamientos herbales como su poca estabilidad y su absorción limitada, podría superarse con nanoformulaciones (Wickramasinghe *et al.*, 2022); con lo que se incrementaría la eficacia de los medicamentos según su objetivo específico (Bhardwaj *et al.*, 2020).

CONCLUSIONES

Eysenhardtia polystachya es un árbol con múltiples aplicaciones terapéuticas; sus componentes fitoquímicos varían de acuerdo con la parte de la planta y el solvente de extracción utilizado. Uno de los componentes de los que más propiedades se han reportado es la corteza de la planta, y el solvente con el que se han obtenido los compuestos bioactivos es el etanol.

Si bien, la mayoría de las aplicaciones se enfocan en padecimientos renales; *Eysenhardtia polystachya* tiene otros importantes usos como: antiinflamatorio, antiespasmódico, antitumoral, antinociceptivo, antidiarreico, antibacterial, citotóxico y analgésico. Además de su uso para el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer, así como para la demencia y depresión. La presencia de matlalina y coatlina B (sustancias que emiten fluorescencia) también representan un uso importante para la detección de imágenes y seguimiento celular.

Eysenhardtia polystachya representa un recurso valioso para los habitantes de las comunidades rurales. Por lo que, es necesario documentar y preservar los saberes, así como respaldarlos con evidencia científica documentada de las aplicaciones herbolarias de sus recursos florísticos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este manuscrito expresan un sincero reconocimiento al Comisariado Ejidal de la Comunidad de Santa Cruz Agua Escondida, por las facilidades otorgadas durante este intercambio de saberes, lo cual fue sumamente importante para la conformación de este trabajo.

REFERENCIAS

Alonso C., A. J., Villarreal, M. L., Salazar-Olivo, L. A., Gómez-Sánchez, M., Domínguez, F., & García-Carranca, A. (2011). Mexican medicinal plants used for cancer treatment: pharmacological, phytochemical and ethnobotanical studies. *Journal of ethnopharmacology*, 133(3), 945-972.

Alonso-Castro, A. J., Zapata-Morales, J. R., Arana-Argáez, V., Torres-Romero, J. C., Ramírez-Villanueva, E., Pérez-Medina, S. E., & Flores-Santos, A. (2018). Pharmacological and toxicological study of a chemical-standardized ethanol extract of the branches and leaves from *Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg. (Fabaceae). *Journal of ethnopharmacology*, 224, 314-322.

Alonso-Castro, A. J., Alba-Betancourt, C., Rocha-González, E., Ruiz-Arredondo, A., Zapata-Morales, J. R., Gasca-Martínez, D., & Pérez-Gutiérrez, S. (2019). Neuropharmacological effects of d-pinitol and its possible mechanisms of action. *Journal of food biochemistry*, 43(12), e13070.

Agte, V., & Gite, S. (2019). Diabetic cataract and role of antiglycating phytochemicals. In Handbook of nutrition, diet, and the eye (pp. 271-290). Academic Press.

Álvarez, L., Ríos, M. Y., Esquivel, C., Chávez, M. I., Delgado, G., Aguilar, M. I., & Navarro, V. (1998). Cytotoxic isoflavans from *Eysenhardtia polystachya*. *Journal of Natural Products*, 61(6), 767-770.

Arjona G., C., Blancas, J., Beltrán R., L., López B., C., Colín B., H., Moreno C., A. I., & López M., X. (2021). How does urbanization affect perceptions and traditional knowledge of medicinal plants? *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 17(1), 1-26.

Arora, D., Sharma, S., & Gupta, S. (2022). Natural Products Targeting Various Mediators in Rheumatoid Arthritis. *Natural Products for the Management of Arthritic Disorders*, 134-162.

Arroniz, J. V., Rosado, D. E. P., Córdoba, P. Z., García, E. M. G., Muñoz, C. A. V., & Hernández, J. L. S. (2023). Conocimiento y uso de plantas medicinales en Calpan, Puebla, México: Percepción de varios sectores sociales. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 22(5), 676-688.

Ashfaq, S., Ahmad, M., Zafar, M., Sultana, S., Bahadur, S., & Abbas, N. (2019). Medicinal plant biodiversity used among the rural communities of arid regions of northern Punjab, Pakistan. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 18(2): 226-241.

Azan, A. (2022). D-Pinitol—Active Natural Product from Carob with Notable Insulin Regulation. *Nutrients*, 14(7), 1453.

Beyene, B., Beyene, B., & Deribe, H. (2016). Review on application and management of medicinal plants for the livelihood of the local community. *Journal of Resources Development and Management*, 22(1), 33-39.

Bhardwaj, M., Yadav, P., Dalal, S., & Kataria, S. K. (2020). A review on ameliorative green nanotechnological approaches in diabetes management. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 127, 110198.

Bustos S., P., Andrade C., B., Garduño R., M. L., Alvarado, H., & Calpena C., A. (2020). Quantification of one prenylated flavanone from *Eysenhardtia platycarpa* and four derivatives in

ex vivo human skin permeation samples applying a validated HPLC method. *Biomolecules*, 10(6), 889.

Caballero S., V., McLaren, B., Carrasco, J. C., Alday, J. G., Fiallos, L., Amigo, J., & Onaindia, M. (2019). Traditional ecological knowledge and medicinal plant diversity in Ecuadorian Amazon home gardens. *Global Ecology and Conservation*, 17, e00524.

Capasso, R., & Di Cesare Mannelli, L. (2020). Special Issue “Plant Extracts: Biological and Pharmacological Activity”. *Molecules*, 25(21), 5131.

Carreño-Hidalgo, P. C. (2016). La etnobotánica y su importancia como herramienta para la articulación entre conocimientos ancestrales y científicos. (Trabajo de grado para licenciatura, no publicado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Centeno, J. E. O. (2021). La Medicina tradicional (Herbolaria) en odontología: Herbolaria en odontología. *Revista Nacional de Odontología*, 17(2), 1-6.

Chakraborty, R., & Mandal, V. (2018). In vitro hypoglycemic and antioxidant activities of *Litsea cubeba* (Lour.) Pers. fruits, traditionally used to cure diabetes in Darjeeling Hills (India). *Pharmacognosy Journal*, 10(6s).

Chhabria, S., Mathur, S., Vadakan, S., Sahoo, D. K., Mishra, P., & Paital, B. (2022). A review on phytochemical and pharmacological facets of tropical ethnomedicinal plants as reformed DPP-IV inhibitors to regulate incretin activity. *Frontiers in Endocrinology*, 13, 1027237.

Chinsembu, K. C. (2016). Plants and other natural products used in the management of oral infections and improvement of oral health. *Acta tropica*, 154, 6-18.

Croce, A. C. (2021). Light and autofluorescence, multitasking features in living organisms. *Photochem*, 1(2), 67-124.

Cugnasca, B. D. S., & Santos, A. A. D. (2021). Fluorescência: princípios e algumas aplicações. In *9º Workshop do Programa de Mestrado Profissional Tecnologia em Química e Bioquímica da USP-AMPT*.

Díaz C., R., Olvera C., I. y Salcido R., B. A. (2022): *Género, herbolaria y desarrollo indígena y campesino en Huejotzingo, Puebla*. In: Mora Cantellano, Ma. del Pilar Alejandra; Serrano Oswald,

Serena Eréndira y Mota Flores, V. Enrique [Coords.] (2022). Reconfigurando territorios a partir de la cultura, el empoderamiento de las mujeres y nuevos turismos. UNAM-AMECIDER, México. Páginas: 339-358.

Donaldson, L. (2020). Autofluorescence in plants. *Molecules*, 25(10), 2393.

Duval, R., & Duplais, C. (2017). Fluorescent natural products as probes and tracers in biology. *Natural product reports*, 34(2), 161-193.

Escandón R., S. M., Mata, R., & Andrade C., A. (2020). Molecules isolated from Mexican hypoglycemic plants: A Review. *Molecules*, 25(18), 4145.

Ferreira, G., Hernández M., A. R., Pool, H., Molina, G., Cruz S., M., Luna B., G., & Estévez, M. (2015). Synthesis and functionalization of silica-based nanoparticles with fluorescent biocompounds extracted from *Eysenhardtia polystachya* for biological applications. *Materials Science and Engineering: C*, 57, 49-57.

García C., A., García, E., & Muñiz R., A. (2020). Phytochemical and pharmacological study of the *Eysenhardtia* genus. *Plants*, 9(9), 1124.

Gutiérrez, R. M. P., & Baez, E. G. (2014). Evaluation of antidiabetic, antioxidant and antiglycating activities of the *Eysenhardtia polystachya*. *Pharmacognosy magazine*, 10 (Suppl 2), S404.

Gutiérrez, R. M. P. (2015). Evaluation of anti-inflammatory activity of the bark of *Eysenhardtia polystachya* in experimental animal models. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 9(8), 230-236.

Herrera Cárdenas J. A., Delgado Reyes S. C. y López Calderón J. C. (2023). Recursos florísticos de la mixteca poblana con aplicaciones terapéuticas: comunidad de Santa Cruz Agua Escondida. *MIX-TEC*, 3(4): 84-101. Recuperado de: <http://mixtec.utim.edu.mx/articulosv4/articulo09.pdf>

Islam, M. T. (2017). Natural products in green-detection of cancer cells, cancer therapy, and monitoring of therapeutic and cancer progression: A perspective. *International Journal of Medicine*, 5, 62-65.

Kambale, E. K., Quetin-Leclercq, J., Memvanga, P. B., & Beloqui, A. (2022). An Overview of Herbal-Based Antidiabetic Drug Delivery Systems: Focus on Lipid-and Inorganic-Based Nanoformulations. *Pharmaceutics*, 14(10), 2135.

Karati, D., Varghese, R., Mahadik, K. R., Sharma, R., & Kumar, D. (2022). Plant bioactives in the treatment of inflammation of skeletal muscles: a molecular perspective. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2022.

Kasote, D. M., Jagtap, S. D., Thapa, D., Khyade, M. S., & Russell, W. R. (2017). Herbal remedies for urinary stones used in India and China: A review. *Journal of ethnopharmacology*, 203, 55-68.

Konidala, S. K., Kotra, V., Danduga, R. C. S. R., & Kola, P. K. (2020). Coumarin-chalcone hybrids targeting insulin receptor: Design, synthesis, anti-diabetic activity, and molecular docking. *Bioorganic chemistry*, 104, 104207.

Kumar, M. C., Udupa, A. L., Sammodavardhana, K., Rathnakar, U. P., Shvetha, U., & Kodancha, G. P. (2010). Acute toxicity and diuretic studies of the roots of *Asparagus racemosus* Willd in rats. *West Indian Medical Journal*, 59(1), 03-6.

Lin, Y., Wu, Y., Su, J., Wang, M., Wu, X., Su, Z., & Sun, Z. (2021). Therapeutic role of D-pinitol on experimental colitis via activating Nrf2/ARE and PPAR- γ /NF- κ B signaling pathways. *Food & Function*, 12(6), 2554-2568.

Lorenzo-Barrera, N. A., Andrade Rodríguez, M., Villegas Torres, O. G., Román Montes de Oca, E., Sotelo Nava, H., Rodríguez Rojas, T. D. J., & Suárez Rodríguez, R. (2023). Usos del palo dulce *Eysenhardtia polystachya* (Ort.) Sarg., en cuatro municipios del estado de Morelos, México. *Polibotánica*, (55), 161-177.

Mbuni, Y. M., Wang, S., Mwangi, B. N., Mbari, N. J., Musili, P. M., Walter, N. O., & Wang, Q. (2020). Medicinal plants and their traditional uses in local communities around Cherangani Hills, Western Kenya. *Plants*, 9(3), 331.

Miranda, J. J. M. (2021). Medicinal plants and their traditional uses in different locations. In *Phytomedicine* (pp. 207-223). Academic Press.

Molina, C. J. (2020). Evaluación antinociceptiva de extractos de *Eysenhardtia polystachya* en modelos murinos de dolor. [Tesis de maestría]. Instituto Politecnico Nacional.

Mora V., Á., Estrella P., A., Ávila A., G., Jiménez E., M., Lira S., R., & Hernández D., T. (2023). Estudio biodirigido de metabolitos secundarios con actividad antimicrobiana y aislamiento de D-pinitol de semillas de *Leucaena esculenta* y *L. leucocephala*. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 22(5), 657-675.

Nagal, A., & Singla, R. K. (2013). Herbal Resources with Antiurolithiatic Effects: A. *Indo Global Journal of Pharmaceutical Sciences*, 3(1): 6-14.

Orozco-Martínez, J., Lira-Saade, R., Jiménez-Estrada, M., Ávila-Acevedo, J. G., Serrano-Parrales, R., & Hernández-Delgado, T. (2020). Plantas medicinales de Oaxaca, México: Etnobotánica y actividad antibacteriana. *Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 19(2), 221-235.

Pablo P., S. S., Parada C., B., Barbier, O. C., & Meléndez C., M. E. (2018). The ethanolic extract of *Eysenhardtia polystachya* (Ort.) Sarg. bark and its fractions delay the progression of rheumatoid arthritis and show antinociceptive activity in murine models. *Iranian journal of pharmaceutical research: IJPR*, 17(1), 236.

Pérez G., R. M., García C., A. H., Paredes C., S. P., Muñoz R., A., Mota F., J. M., & Flores V., S. O. (2019). 3'-O- β -d-glucopyranosyl- α , 4, 2', 4', 6'-pentahydroxy-dihydrochalcone, from bark of *Eysenhardtia polystachya* prevents diabetic nephropathy via inhibiting protein glycation in STZ-nicotinamide induced diabetic mice. *Molecules*, 24(7), 1214

Pérez G., R. M., García C., A. H., & Muñoz R., A. (2016). Properties of flavonoids isolated from the bark of *Eysenhardtia polystachya* and their effect on oxidative stress in streptozotocin-induced diabetes mellitus in mice. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2016. 9156510

Rosas-Piñón, Y., Mejía, A., Díaz-Ruiz, G., Aguilar, M. I., Sánchez-Nieto, S., & Rivero-Cruz, J. F. (2012). Ethnobotanical survey and antibacterial activity of plants used in the Altiplane region of Mexico for the treatment of oral cavity infections. *Journal of ethnopharmacology*, 141(3), 860-865.

Salazar G., A., Pablo P., S. S., Estévez C., M. M., & Meléndez C., M. E. (2018). Diuretic activity of aqueous extract and smoothie preparation of *Verbesina crocata* in rat. *Bangladesh Journal of Pharmacology*, 13(3), 236-240.

Sánchez H., M., León G., A. J., Gálvez P., M., González M., N. H., & Martín C., C. (2021). D-Pinitol: A cyclitol with versatile biological and pharmacological activities. *Phytochemistry Reviews*, 20(1), 211-224.

Sansores E., D., Pech A., A. G., Cua P., K. G., Medina V., I., Guevara C., M., Gutiérrez S., A. L., & Ávila N., A. (2022). Plants used in Mexican traditional medicine for the management of urolithiasis: A review of preclinical evidence, bioactive compounds, and molecular mechanisms. *Molecules*, 27(6), 2008.

Singh, S., Singh, T. G., Mahajan, K., & Dhiman, S. (2020). Medicinal plants used against various inflammatory biomarkers for the management of rheumatoid arthritis. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 72(10), 1306-1327.

Stompor, M., Broda, D., & Bajek-Bil, A. (2019). Dihydrochalcones: Methods of acquisition and pharmacological properties—A first systematic review. *Molecules*, 24(24), 4468.

Süntar, I. (2020). Importance of ethnopharmacological studies in drug discovery: role of medicinal plants. *Phytochemistry Reviews*, 19(5), 1199-1209.

Taipe Silvera, L. (2018). Intercambiabilidad terapéutica entre el Ciprofloxacino 500 mg tableta producto farmacéutico multifuente y el innovador Ciproxina® 500. Lima–2017.

Tefera, B. N., & Kim, Y. D. (2019). Ethnobotanical study of medicinal plants in the Hawassa Zuria District, Sidama zone, Southern Ethiopia. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, 15, 1-21.

Tienda-Vázquez, M. A., Morreeuw, Z. P., Sosa H., J. E., Cardador M., A., Sabath, E., Melchor M., E. M., & Parra S., R. (2022). Nephroprotective plants: a review on the use in pre-renal and post-renal diseases. *Plants*, 11(6), 818.

Tu, Y., Yang, Y., Li, Y., & He, C. (2021). Naturally occurring coumestans from plants, their biological activities and therapeutic effects on human diseases. *Pharmacological Research*, 169, 105615.

Tucuch-Pérez, M. A., Arredondo-Valdés, R., Laredo-Alcalá, E. I., Alvarado-Canche, C. N., & Castillo, F. D. H. (2021). A review of nano and microencapsulate of phytochemical compounds for diseases management in agriculture. *Acta agricola y pecuaria*, 7(1).

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). (2009). Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana. Biblioteca digital de la medicina tradicional mexicana. Recuperado el 18 de julio de 2023, de: <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/apmtm/termino.php?l=3&t=eysenhardtia-polystachya>

Vázquez Y. C., Batis N. A. I., Alcocer S. M. I., Gual D. M., & Sánchez D.C. (2001). Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. *México DF, México: Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México.*

Velidandi, A., Dahariya, S., Pabbathi, N. P. P., Kalivarathan, D., & Baadhe, R. R. (2020). A review on synthesis, applications, toxicity, risk assessment and limitations of plant extracts synthesized silver nanoparticles. *NanoWorld J*, 6(3), 35-60.

Vengurlekar, S., & Chaturvedi, S. C. (2022) Bioactive Compounds in Rheumatoid Arthritis.. *Natural Products for the Management of Arthritic Disorders*, pp 72-96.

Walgave, S. M., Birajdar, S. S., & Malegaonkar, J. N. (2021). Chapter Eight-Patented AIE materials for biomedical applications. Bhosale RS, Singh V, editors. *Progress in Molecular Biology and Translational Science*.

Wagh, S. B., Maslivetc, V. A., La Clair, J. J., & Kornienko, A. (2021). Lessons in organic fluorescent probe discovery. *ChemBioChem*, 22(22), 3109-3139.

Wickramasinghe, A. S. D., Kalansuriya, P., & Attanayake, A. P. (2022). Nanoformulation of plant-based natural products for type 2 diabetes mellitus: From formulation design to therapeutic applications. *Current Therapeutic Research*, 96, 100672.

Yadav, R. D., Jain, S. K., Alok, S., Mahor, A., Bharti, J. P., & Jaiswal, M. (2011). Herbal plants used in the treatment of urolithiasis: a review. *IJPSR*, 2(6), 1412-1420.