

Plantas medicinales usadas con fines analgésicos en el estado de Veracruz: una revisión sistemática

Medicinal plants used for analgesic purposes in the state of Veracruz: a systematic review

Minerva Hernández Lozano*,
Facultad de Química Farmacéutica Biológica Xalapa,
Universidad Veracruzana, Veracruz, México
minehernandez@uv.mx

Gabriel Arturo Soto Ojeda,
Facultad de Química Farmacéutica Biológica Xalapa,
Universidad Veracruzana, Veracruz, México
gsoto@uv.mx

Erick Joaquín Corro Méndez,
Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Peñuela,
Universidad Veracruzana, Veracruz, México
ecorro@uv.mx

Marcos Fernando Ocaña Sánchez,
Facultad de Química Farmacéutica Biológica Xalapa,
Universidad Veracruzana, Veracruz, México
maocana@uv.mx

Recibido 21, septiembre, 2021

Aceptado 24, enero, 2022

Resumen

El dolor es una experiencia sensorial y emocional asociada con un daño tisular que comprende una parte del sistema nociceptivo. El tratamiento suele ser diverso dependiendo el tipo de dolor, puede ir desde AINEs hasta neurolépticos. Estas terapias suponen estrategias ventajosas, sin embargo, en el estado de Veracruz existen zonas a donde no llegan este tipo de tratamientos, no son aceptados culturalmente o bien, poco usados por sus constantes efectos adversos a largo plazo, lo que ha orillado a las personas a buscar otras estrategias, como la herbolaria. Sin embargo, de esta última no se ha comprobado del todo su eficacia química, farmacológica y biomédica. En este trabajo se analizaron exhaustivamente monografías de plantas medicinales de Veracruz usadas como analgésicos, y mediante índices de diversidad y riqueza, así como de sus componentes principales, se lograron deducir los principales dolores reportados por la población (tales como cólicos, reumáticos, y estomacales), así como la familia (Asteraceae) y especies de plantas más abundantes (*Foeniculum vulgare*, *Heterotheca inuloides*, *Kalanchoe pinnata*, *Ocimum basilicum* y *Petiveria alliacea*). En esta investigación se destaca la importancia de conjuntar el uso de paquetes estadísticos con literatura disponible para contribuir a la etnofarmacología de plantas medicinales analgésicas en Veracruz.

Palabras clave: Dolor, medicina tradicional, plantas medicinales, biodiversidad, Veracruz.

Abstract

*Pain is a sensory and emotional experience associated with tissue damage that involves a part of the nociceptive system. Treatment is usually diverse depending on the type of pain, it can range from NSAIDs to neuroleptics. These therapies suppose advantageous strategies, however, in the estate of Veracruz there are areas where this type of treatment does not reach, they are not culturally accepted or are little used due to their constant long-term adverse effects, which has led people to seek other strategies, such as medicinal herbs. However, the latter has not been fully proven its chemical, pharmacological, and biomedical efficacy. This work studied different bibliographies of medicinal plants of Veracruz used as analgesics, and by diversity and richness indices, as well as principal component analysis, it was possible to deduce the main pains reported by the population (such as colic, rheumatic, and stomach), as well as the family (Asteraceae) and the 5 most abundant plant species (*Foeniculum vulgare*, *Heterotheca inuloides*, *Kalanchoe pinnata*, *Ocimum basilicum* and *Petiveria alliacea*). Thus, this research highlights the importance of combining the use of statistical packages with available literature on the species to contribute to the ethnopharmacology of medicinal plants for pain in Veracruz.*

Keywords: Pain, traditional medicine, medicinal plants, biodiversity, Veracruz

1. INTRODUCCIÓN

El dolor, según la *International Association for the Study of Pain* (IASP), se define como una experiencia sensorial o emocional desagradable, asociada al daño tisular real o potencial, es considerado un concepto subjetivo y existe siempre que un paciente refiera que algo le duele (Merskey, 1979; Vicente-Herrero et al., 2018). Una de las clasificaciones es la mencionada por (Ordoñez Mora & Sánchez, 2020), quien lo refiere de acuerdo con su A) Duración: agudo y crónico; B) Patogenia: nociceptivo, neuropático y neociplástico; C) Localización: somático, visceral; D) Curso: irradiado y referido; E) Intensidad: parámetro de referencia o puntuación asociada al dolor.

El tratamiento del dolor suele abordarse desde el punto de vista farmacológico con el uso de medicamentos analgésicos no esteroideos (AINE), los esteroideos, los opioides y algunos adyuvantes como los antidepresivos, anticonvulsivantes y neurolépticos (López et al., 2016). Debido a la desigualdad social presente en muchos países, dichos recursos terapéuticos son inaccesibles a ciertos grupos étnicos, ya sea por razones económicas o culturales por lo que se suelen recurrir a terapias no farmacológicas como los masajes quiroprácticos y a la medicina herbolaria (Dhanani et al., 2011).

Las plantas medicinales representan una opción para aliviar y/o controlar enfermedades. México es uno de los países con mayor tradición ancestral y riqueza en el uso de la herbolaria en diferentes regiones del país, siendo esto de gran relevancia para la etnobotánica (Velázquez-Vázquez et al., 2019). Sin embargo, es muy importante documentar con detalle estos usos, así como proponer estrategias que ayuden a mejorar el aprovechamiento y manejo de los recursos de la flora medicinal, como lo es el caso de las plantas empleadas para dolor.

En la *Farmacopea Herbolaria Mexicana* (segunda edición) se describen alrededor de 35 especies de plantas para el alivio de diferentes tipos de dolor, aunque estas carecen de monografías o estudios científicos que sustenten su control de calidad para poder aplicarlas efectivamente y con seguridad. Sin embargo, existen en la literatura datos tanto etnobotánicos como taxonómicos de la mayoría de estas (Moreno Perez et al., 2020). Lo que conlleva a explorar el uso de estas plantas con fines analgésicos en regiones con mayor biodiversidad en México, como lo es el estado de Veracruz.

Objetivos

Determinar las plantas medicinales más empleadas para tratar afecciones dolorosas en diferentes regiones del estado de Veracruz a través del uso de diferentes índices de biodiversidad.

Marco teórico

El dolor es una experiencia sensorial y emocional asociada con un daño tisular que comprende una parte del sistema nociceptivo. Si bien actúa como alarma ante eventos nocivos, puede comprometer la calidad de vida de quien lo padece, particularmente a largo plazo. El dolor es la principal causa de consulta, trayendo consigo una serie de comorbilidades que terminan afectando por completo la calidad de vida. Entre estas comorbilidades se incluyen depresión, trastornos del sueño, inmunosupresión y falta de socialización (Hernández Lozano et al., 2020). La terapia farmacológica para trastornos dolorosos se basa en un ascensor analgésico, el cual simula al paciente dentro de un ascensor o escalera en cuyo piso se ubican los diferentes tipos de analgésicos y/o coadyuvantes que se deben prescribir según la intensidad de dolor (leve, moderado, severo o insoportable). El uso de estos medicamentos dependerá de las alternativas disponibles, las características del dolor, la naturaleza del fármaco, el estado físico y posibilidades socioeconómicas del paciente (Guevara-López et al., 2011).

Si bien las terapias alopáticas suponen estrategias ventajosas en este tipo de trastornos, en México y principalmente en el estado de Veracruz existen regiones que carecen de centros de atención a la salud o farmacias, aunado a la falta de aceptación de los medicamentos por aspectos culturales o por los constantes efectos adversos ocasionados por su consumo crónico, lo que ha orillado a las personas a buscar otras estrategias, como el uso de medicina tradicional. Esta, es una práctica común en la que el curandero o médico tradicional intuye partiendo del origen de la enfermedad cuatro grandes causas: naturales (físicas asociadas a daños a órganos y tejidos); sociales (relacionadas con las transgresiones a las normas colectivas que se traducen en la aparición de ciertos padecimientos); asociadas a determinados periodos de tiempo en el calendario; y males provocados por agentes divinos o seres sobrenaturales prestos a afectarla, también llamada por filiación cultural (Jiménez Cabrera et al., 2017).

El interés por la medicina tradicional que incluye el uso de especies vegetales con perfil analgésico se ha incrementado considerablemente, por lo que se le reconoce en la atención primaria de salud. En los últimos años ha habido un notable crecimiento del interés por los fitomedicamentos, lo que no se limita a los países en desarrollo, sino que las autoridades sanitarias y la opinión pública a nivel internacional se han interesado por la inocuidad y la calidad de estos productos. El 80% de la población mundial, más de cuatro mil millones de personas, utiliza las plantas como principal remedio medicinal, según señala la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Cruz Escalona et al., 2015). Este patrimonio cultural se ha ido transmitiendo de generación en generación, de manera que algunas costumbres subsisten y son ejercidas de manera cotidiana, tanto en áreas rurales como urbanas.

Se estima que 80 % de la población mundial depende de remedios herbolarios tradicionales y que al menos 35,000 especies vegetales presentan potencial medicinal como antioxidantes, antimicrobianos y antidiabéticos. Desafortunadamente, hay pocos estudios clínicos donde se explore el efecto de plantas medicinales y, en la mayor parte no se cumplen con los criterios de validez necesarios del diseño experimental para demostrar su superioridad respecto al placebo o medicamentos prototipo (Dhanani et al., 2011). Su fundamento de uso se atribuye a la presencia de metabolitos secundarios capaces de remediar el mecanismo de acción de los analgésicos, o bien, actuando como antioxidantes naturales que neutralizan radicales libres dentro del organismo, previniendo procesos inflamatorios (Jain et al., 2019). Esta actividad se ha demostrado a partir de estudio del efecto *in vitro* e *in vivo*, tanto de extractos vegetales como de metabolitos aislados. Entre estos se destacan los alcaloides, flavonoides, esteroides, aminas, saponinas glicósidos, que, además, son extensivamente empleados como precursores de

materias primas en la industria farmacéutica, cosmética, de alimentos, insecticidas y aromatizantes (Waizel Bucay, 2016).

En México, aún se localizan zonas geográficas, en donde las personas conservan la costumbre de tratar sus malestares con plantas, y dicho conocimiento no ha sido abordado con estudios etnobotánicos (Schlaepfer & Mendoza-Espinoza, 2016) y de biodiversidad (Carmona-Galindo & Carmona, 2015). En diferentes culturas, las plantas medicinales han sido utilizadas como droga o como fuente de productos terapéuticos. La gran diversidad vegetal y la amplia riqueza cultural de México han favorecido el aprovechamiento de las plantas con fines medicinales desde las épocas prehispánicas (Bye & Linares, 1999). Un ejemplo, es el uso del estramonio por los mayas como “anestésico en el parto”, así como otras plantas referidas por el Códice de la Cruz-Badiano (*Libellus de Medicinalibus Indorum Herbis*) en 1552 (Pérez-Cajaville et al., 2005). Es por ello que, desde entonces, en México, el uso de las plantas medicinales es una práctica común como alternativa terapéutica para diversos síntomas o enfermedades, entre ellas el dolor.

Por otro lado, el tipo de suelo, tamaño, clima y ubicación geográfica del estado de Veracruz le dota de unas 8,400 especies de plantas, por lo que a la par de Oaxaca y Chiapas es de los que tiene un mayor número de organismos vegetales, además de poseer el primer lugar en plantas vasculares en el país, con 5,400 especies (Gómez-Pompa et al., 2010). En Veracruz, se tienen registradas alrededor de 250 especies vegetales con propiedades medicinales; la gran mayoría de las plantas que han sido reportadas en los trabajos, se han llevado a cabo en los municipios de la zona Centro y Sur del Estado (Gheno Heredia et al., 2011). El 32.9 % de las especies de plantas vasculares presentes en Veracruz, han sido reportadas con usos medicinales tradicionales ya sea de nivel local o en otros estados de la república. Algunas también coinciden con las empleadas en la medicina tradicional en otras regiones de Latinoamérica como la Amazonia (Mendoza Márquez, 2000).

Gran parte de los remedios naturales elaborados con plantas pueden prepararse en casa, sin embargo, no exime al usuario de solicitar un diagnóstico y una prescripción a un médico calificado. Puesto que las plantas son usadas como instrumentos de curación, no están exentas de producir un efecto tóxico al no usarse en las cantidades adecuadas. Es por eso, que deben ser preparadas correctamente para así obtener su máximo beneficio (Barragán Flores, 2003). Los métodos más utilizados para preparación de plantas con perfil analgésico son: infusión, te o tisana; decocción o cocimeinto; tintura o extracto alcohólico; compresa; cataplasmas; pomada o ungüentos (Barragán Flores, 2003; Mendoza Castelán & Lugo Pérez, 2011; Moreno Uribe, 2004). En México, las investigaciones en el campo de la etnobotánica han demostrado la importancia de los recursos vegetales para la mejora de la salud en las personas, sin embargo, es insuficiente la información generada del uso y manejo de la flora medicinal (Schlaepfer & Mendoza-Espinoza, 2016).

Por lo anterior, es necesario conocer y caracterizar cada una de las plantas utilizadas para tratar el dolor en diferentes comunidades de Veracruz, mediante una exhaustiva revisión bibliográfica y el análisis de la biodiversidad con el uso de paquetes estadísticos como *Vegan* y *BiodiversityR*, ya que tan solo en el país se estima un aproximado de 4,500 plantas de uso medicinal, de las cuales solo un 11 % han comprobado poseer eficacia química, farmacológica y biomédica (Schlaepfer & Mendoza-Espinoza, 2016). Este trabajo supone un primer acercamiento para posteriores estudios que permitan el desarrollo de un mejor uso de la medicina tradicional como tratamiento analgésico, en diferentes regiones del estado de Veracruz.

2. MÉTODOS

Se analizó la información de más de 180 especies de plantas medicinales referidas en diversas fuentes bibliográficas y hemerográficas que describieran su preparación y uso a partir de entrevistas con médicos tradicionales parteras e información de clínicas rurales del IMSS (Barragán Flores, 2003; Buendía Reyes, 2013; Esteban del Ángel et al., 2018; Mendoza Castelán & Lugo Pérez, 2011; Moreno Uribe, 2004). Para esto, se utilizaron motores de búsqueda científicos especializados como Google scholar, Pubmed, Scienedirect y Scielo, utilizando principalmente las palabras clave: “dolor”, “analgésico”, “medicina tradicional”, “plantas medicinales”, “Veracruz”, “tratamiento” en diferentes combinaciones. Solo se utilizaron artículos escritos en español (o que contengan una versión en español), sin importar el año de publicación ya que se pretendía hacer una revisión de todo el material disponible. Por otro lado, igual se utilizaron libros especializados en el área, que se encuentran disponibles en bibliotecas de la ciudad de Xalapa, Veracruz. Además de incluir información de estudios propios etnofarmacológicos exploratorios desarrollados la Facultad de QFB Xalapa de la Universidad Veracruzana en Arroyo del Potrero, Municipio de Martínez de la Torre (Hernández Lozano et al., 2013; Martínez Cruz et al., 2014) y en la comunidad de la Victoria, de Catemaco, Veracruz (González Jiménez et al., 2019).

Una vez compiladas todas las referencias bibliográficas, se almacenaron en una matriz de datos donde las filas representan cada una de las referencias analizadas y las columnas las plantas utilizadas. Se analizaron los datos mediante el software estadístico “R”, con las librerías “Vegan” y “BiodiversityR” para calcular los índices de biodiversidad y así identificar las familias y las especies de plantas comúnmente utilizadas para tratar enfermedades con gráficos de rango abundancia. Para describir cuáles son las enfermedades con mayor frecuencia tratadas con plantas medicinales en la región, se realizó un análisis de componentes principales (PCA). Del PCA se extrajeron los vectores que representaron las enfermedades a las cuales se asocian las especies de plantas reportadas y se seleccionaron los más importantes para la descripción de los dos principales ejes.

3. RESULTADOS

Se encontraron un total de 384 artículos, 10 libros y 2 trabajos etnofarmacológicos exploratorios realizados por los autores de este trabajo. Después de la selección final, analizando que cumplieran con los criterios de descripción (que describieran su preparación y uso a partir de entrevistas con médicos tradicionales parteras e información de clínicas rurales del IMSS), se trabajó con 5 fuentes bibliográficas, que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 1. Fuentes utilizadas para análisis de plantas usadas como analgésicos en el estado de Veracruz.

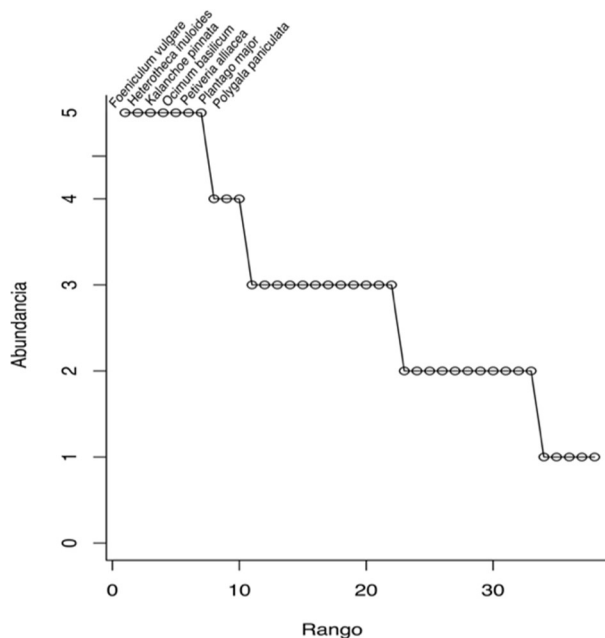
Estudio	Número de plantas descritas	Autor y año
Xiwiamoxtli náhuatl. Libro de plantas castellano: manual de usos, propagación y precauciones de plantas medicinales del estado de Veracruz. Huerto de plantas medicinales.	14	Barragan Flores, 2003
Herbolaria de los Tének de Veracruz. Plantas utilizadas para afecciones de la mujer. Centro de Investigaciones Tropicales (CITRO-UV), Red Temática sobre el Patrimonio Biocultural en México (CONACYT).	10	Esteban del Ángel et al., 2018

Estudio etnofarmacológico de algunas plantas medicinales utilizadas en la comunidad de La Victoria, en Catemaco, Veracruz.	1	González Jiménez et al., 2019
Estudio etnofarmacológico exploratorio de plantas medicinales en la comunidad de Arroyo del Potrerio, Municipio de Martínez de la Torre, Veracruz.	1	Hernández Lozano et al., 2013
Herbolaria y tradición en la región de Xico, Veracruz.	12	Mendez Uribe, 2004

Fuente: Elaboración propia del estudio.

Se analizaron 38 especies de plantas diferentes para tratar 23 tipos de dolor manifestados y reportados en la literatura. Estas 38 especies se ven distribuidas en 25 familias de plantas. Las especies comúnmente utilizadas en la literatura para tratar los diferentes tipos de dolor en el estado de Veracruz fueron *Foeniculum vulgare*, *Heterotheca inuloides*, *Kalanchoe pinnata*, *Ocimum basilicum*, *Petiveria alliacea*, *Plantago major*, *Polygala paniculata* (Figura 1).

Figura 1. Abundancia de las especies más utilizadas para tratar problemas del tipo doloroso en Veracruz. Obtenido mediante índices de riqueza y abundancia.



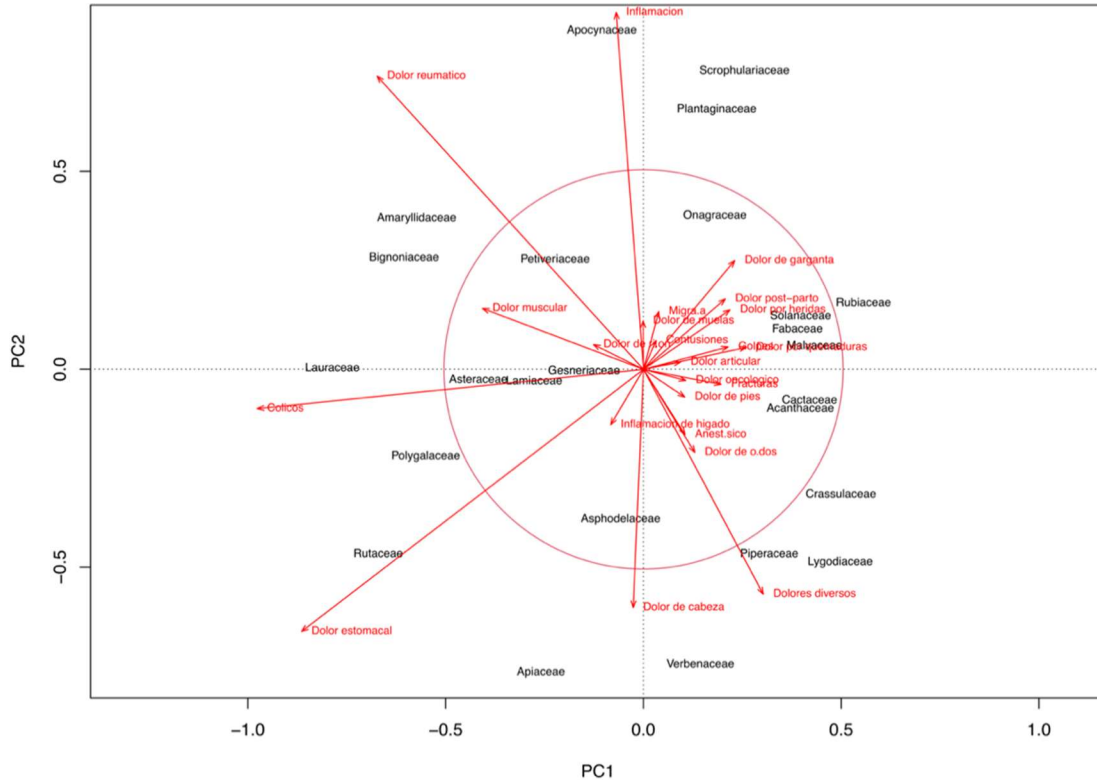
Fuente: elaboración propia del estudio.

De igual manera, se identificó que la familia de plantas frecuentemente más utilizada fue la familia Asteraceae seguida de la familia Lamiaceae, la familia Verbenaceae, la familia Onagranaceae y la familia Scrophulariaceae (Figura 2). Por otro lado, encontramos que las enfermedades con mayor recurrencia tratadas con plantas medicinales son el dolor reumático, los dolores diversos, la inflamación, el dolor estomacal y los cólicos, donde los dos primeros ejes del PCA explican el 30% de la variación (Figura 3).

De igual manera, en la figura 3 se aprecian las especies de plantas principalmente usadas en dolores específicos. Por ejemplo, para el dolor reumático las plantas de mayor uso son el *Allium sativum* y la *Permentiera acuelata*, mientras que para los cólicos el *Ocimum basilicum*, la *Polygala paniculata* y la *Tagetes filifolia*. Por otro lado, en esta misma imagen podemos ver especies que se pueden usar para dos tipos de dolores al mismo tiempo, como lo son *Asclepias currassavica*, *Buddleia cordata* y *Plantago major*, que se usan tanto para dolor reumático como para procesos inflamatorios. Así, si las especies están sobre el eje de la enfermedad, significa que son específicas para este tipo de dolor, y cuando están en medio de dos vectores, es que funcionan para ambos tipos de dolor. Las que están hacia el centro del esquema no son de relevancia, ya que no presentan especificidad para algún trastorno doloroso en específico.

Por otro lado, se realizó el mismo análisis descrito anteriormente, pero con la familia de plantas utilizadas, encontrando en este caso información más detallada que indica por ejemplo que para procesos inflamatorios se utilizan plantas de la familia Apocynaceae, mientras que para el dolor reumático y cólicos plantas de las familias Amaryllidaceae, Bignoniaceae y Lauraceae (Figura 4).

Figura 4. Análisis de componentes principales de los tipos de dolor con mayor número de reportes en la región de Veracruz, así como las familias de plantas asociadas a cada uno.



Fuente: elaboración propia del estudio.

4. DISCUSIÓN

El análisis resultante de esta revisión bibliográfica engloba a 5 familias de plantas como las de mayor abundancia en cuanto al uso como analgésico en la región de Veracruz, estas familias son Asteraceae, Lamiaceae, Verbenaceae, Onagranaceae y Scrophulariaceae; por otro lado, engloba a 5 especies de plantas como las más abundantes (*Foeniculum vulgare*, *Heterotheca inuloides*, *Kalanchoe pinnata*, *Ocimum basilicum*, *Petiveria alliacea*, *Plantago major*, *Polygala paniculata*) y por último, engloba a los principales dolores reportados por la población, en la literatura, los cólicos, dolor reumático, estomacal, inflamación y dolores diversos.

Dentro de las especies reportadas de mayor abundancia, una corresponde a la familia de las Asteraceae (*Heterotheca inuloides*) y otra a las Lamiaceae (*Ocimum basilicum*), refiriéndose la *Heterotheca inuloides* para uno de los principales tipos de dolor encontrados, los cólicos.

La planta con mayor abundancia, *Foeniculum vulgare*, conocida también como hinojo en las diferentes regiones de estudio, ha sido reportada para el tratamiento de cólicos menstruales entre otros malestares (Barragán Flores, 2003); así mismo, existen reportes del uso de esta planta a nivel mundial para tratar problemas asociados a las mujeres como los cólicos, además de problemas como úlceras, desórdenes estomacales, cáncer, gastritis, dolor abdominal, dolor hepático entre otros, relacionándolo principalmente con sus metabolitos o compuestos principales como lo son α -mirceno, limoneno, dianetol, fotoanetol, entre otros. De igual manera, diferentes extractos que se han probado en modelos animales, como el metanólico para problemas de inflamación (Badgujar et al., 2014).

Otra de las plantas de mayor abundancia es la *Heterotheca inuloides*, conocida como árnica mexicana. Esta planta ha sido ampliamente estudiada, y se ha reportado en Veracruz para tratar inflamación, golpes, cólicos, dolor estomacal, entre otros (Barragán Flores, 2003). Esta planta igual ha sido reportada en diversas regiones del territorio mexicano como remedio para problemas inflamatorios, ulcerosos, dolor de espalda y brazos, gastritis, inflamación hepática, dolores reumáticos, inflamación estomacal y del tracto urinario, etc., donde ha sido evaluada por diferentes modelos in vitro e in vivo principalmente el extracto acuoso, asociando su efecto biológico a metabolitos derivados de alcaloides generalmente (Rodríguez-Chávez et al., 2017).

Por otro lado, las plantas del género *Kalanchoe* tienen muy pocos reportes como analgésicos, principalmente la *Kalanchoe pinnata*, a la que se le atribuye su efecto principalmente a moléculas como la briofilina A y C, bersaldegenina, aunque también a varias toxinas como las briotoxinas, lo que le da potencial citotóxico ante enfermedades virales y cáncer, pero pone cuidado sobre su uso solo como analgésico (Kolodziejczyk-Czepas & Stochmal, 2017). De igual manera, otra planta es la *Ocimum basilicum*, que gracias a su contenido de alquienilbencenos se analiza su potencial promutágeno y procarcinogénico (Sestili et al., 2018).

Esto indica una creciente necesidad de analizar a profundidad los componentes químicos (metabolitos secundarios) de estas plantas, para determinar su potencial uso analgésico como seguro o sus límites toxicológicos.

5. CONCLUSIONES

Mediante esta investigación fue posible referir los principales tipos de trastornos dolorosos que aquejan a la población Veracruzana, particularmente en zonas indígenas, a través del análisis de componentes principales. Por otro lado, se logró determinar las familias y especies de plantas medicinales mayormente referidas en diferentes regiones del estado de Veracruz para el tratamiento de trastornos dolorosos, mediante diferentes índices de biodiversidad empleando el software R, tales como el de riqueza y abundancia. Al contrastar estos usos con la presencia de metabolitos secundarios y/o investigaciones a nivel preclínico, se destacó la presencia de alcaloides y terpenos, así como su potencial analgésico y antiinflamatorio en diversos modelos experimentales. Por lo anterior, resulta importante ampliar este tipo de estudios para analizar más a detalle los aspectos etnofarmacológicos de los tratamientos tradicionales para el dolor en las comunidades de Veracruz, de manera que sean el punto de partida de proyectos futuros.

Esto permitirá dar paso a profundizar en estos estudios, tanto a nivel etnobiológico como preclínico. Continuando con investigaciones directas sobre las principales plantas usadas, con entrevistas respecto al uso de estas especies en específico y su colecta para caracterizarlas químicamente e incluso analizarlas en modelos animales para evaluación de productos analgésicos.

6. REFERENCIAS

Atlas Agroalimentario. 2018. SIAP, SAGARPA.

Caprioli, G., Cortese, M., Sagratini, G., & Vittori, S. (2015). The influence of different types of preparation (espresso and brew) on coffee aroma and main bioactive constituents. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 66(5), 505–513. <https://doi.org/10.3109/09637486.2015.1064871>

Congreso de Hidalgo, Informe del Estado. 2017. Visto el 07 de marzo de 2019. http://www.congreso-hidalgo.gob.mx/transparencia/asesoria/2017/DICIEMBRE/COMPARECENCIAS%202017/7_COMPARECENCIA%20AGRICULTURA.pdf.

Derossi, A., Ricci, I., Caporizzi, R., Fiore, A., Severini, C. (2018). How grinding levels and brewing methods (Espresso, American, Turkish) could affect the antioxidant activity and bioactive compounds in a coffee cup. *Science of Food and Agriculture*, 98(8), 3198-3207. DOI: 10.1002/jsfa.8826

Górnaś, P., Dwiecki, K., Siger, A., Tomaszewska-Gras, J., Michalak, M., & Polewski, K. (2016). Contribution of phenolic acids isolated from green and roasted boiled-type coffee brews to total coffee antioxidant capacity. *European Food Research and Technology*, 242(5), 641-653. DOI 10.1007/s00217-015-2572-1

Grigoriou, C., Karavoltos, S., Kaliora, A. C., Sakellari, A., Plavšić, M., Dassenakis, M., & Kalogeropoulos, N. (2018). Electrochemical, photometric, and chromatographic methods for the evaluation of organic matter and bioactive compounds in coffee brews. *European Food Research and Technology*, 244(11), 1953–1961. <https://doi.org/10.1007/s00217-018-3107-3>

Jakubczyk, K., Szymkowiak, M., Wolska, J., Gutowska, I., Chlubek, D., & Janda, K. (2017). Levels of Antioxidant Activity and Fluoride Content in Coffee Infusions of Arabica, Robusta and Green Coffee Beans in According to their Brewing Methods. *Biological Trace Element Research*, 179(2), 327–333. <https://doi.org/10.1007/s12011-017-0963-9>

- Kocadağlı, T., & Gökmen, V. (2016). Effect of roasting and brewing on the antioxidant capacity of espresso brews determined by the QUENCHER procedure. *Food Research International*, 89, 976–981. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.03.004>
- Martínez-Ruíz, C., Lozano, G., Roldan-Cruz, C., Meraz M., Rodríguez-Huezo, M.E. (2018). Volution of antioxidant activity in heated coffee brew evolución de la actividad antioxidante en café percolado y calentado. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 17(2), 613-619.
- Masella, P., Guerrini, L., Spinelli, S., Calamai, L., Spugnoli, P., Illy, F., & Parenti, A. (2015). A new espresso brewing method. *Journal of Food Engineering*, 146, 204–208. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.09.001>
- Mena, P., Tassotti, M., Martini, D., Rosi, A., Brighenti, F., & Del Rio, D. (2017). The Pocket-4-Life project, bioavailability and beneficial properties of the bioactive compounds of espresso coffee and cocoa-based confectionery containing coffee: Study protocol for a randomized cross-over trial. *Trials*, 18(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s13063-017-2271-2>
- Montagnini, F., Suárez-Islas, A., & Araújo-Santana, M. R. (2008). Participatory approaches to ecological restoration in Hidalgo, Mexico. *Bois et Forêts Des Tropiques*, 1(295), 5–20.
- Oliveira-Neto, J. R., Rezende, S. G., De Fátima Reis, C., Benjamin, S. R., Rocha, M. L., & De Souza Gil, E. (2016). Electrochemical behavior and determination of major phenolic antioxidants in selected coffee samples. *Food Chemistry*, 190, 506–512. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.05.104>
- Salamanca, C. A., Fiol, N., González, C., Saez, M., & Villaescusa, I. (2017). Extraction of espresso coffee by using gradient of temperature. Effect on physicochemical and sensorial characteristics of espresso. *Food Chemistry*, 214, 622–630. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.120>
- Sanchez, L., Ludwig, I. A., Cid, C., Caemmerer, B., Kroh, L. W., & De Peña, M. P. (2012). Extraction of coffee antioxidants: Impact of brewing time and method. *Food Research International*, 48(1), 57–64. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.02.023>
- Severini, C., Derossi, A., Ricci, I., Fiore, A. G., & Caporizzi, R. (2017). How Much Caffeine in Coffee Cup? Effects of Processing Operations, Extraction Methods and Variables. *The Question of Caffeine*, Chapter 3. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.69002>