

Oreganón, perejil, cilantro, hierbabuena y albahaca a través de difracción de rayos x

Oregano, parsley, cilantro, mint, and basil by x-ray diffraction

Sugey López-Martínez^{1*}✉, Jesús Enrique Chan-Jiménez¹, Eduardo Salvador Hernández-López¹✉ y Ana Rosa Rodríguez-Luna¹✉

¹ Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Biológicas.

RESUMEN

Las plantas tienen una historia de uso tradicional por su efecto culinario, así como su capacidad para prevenir y tratar enfermedades, contienen una gran variedad de metabolitos secundarios comúnmente etiquetados como fitoquímicos, que pueden funcionar para reducir el riesgo de enfermedades crónicas. El presente trabajo se realizó una revisión bibliográfica y se analiza a las especies *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng (Oreganón); *Eryngium foetidum* L (Perejil); *Coriandrum sativum* L (Cilantro); *Mentha spicata* L. (Hierba buena); *Ocimum basilicum* L (Albahaca) provenientes de huertos familiares de una comunidad indígena de Olcuatitán del municipio de Nacajuca, Tabasco, utilizando el método de difracción de rayos X (DRX) siendo un método exacto y completo para determinar la identidad y estructura de compuestos nuevos o conocidos, y por lo tanto vital para la investigación en química. Usando micro-protones de emisión de rayos X inducida para determinar la composición de las hojas de estas plantas, se detectaron compuestos no reportados previamente como el pirazol y n Poli (trimetilcelulosa) entre otros en las especies estudiadas, estos compuestos pueden ser utilizados para un amplio espectro de fármacos ya que contienen propiedades medicinales y desempeñan un papel importante en las personas, ya que cuentan con una gran fuente de compuestos químicos y bioactivos que favorecen a la nutrición humana.

Palabras clave: Difracción de rayos X, especies medicinales, fitoquímicos.

ABSTRACT

Plants have a history of traditional use for their culinary effect, as well as their ability to prevent and treat diseases. They contain a wide variety of secondary metabolites commonly labeled as phytochemicals, which may function to reduce the statistics of chronic diseases. In the present research, a literature review was conducted and analyzed on the *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng (Oreganon), *Eryngium foetidum* L (Parsley), *Coriandrum sativum* L (Coriander), *Mentha spicata* L. (Good Herb), and *Ocimum basilicum* L (Albahaca) species from home gardens of an indigenous community of Olcuatitán in the municipality of Nacajuca Tabasco. The X-ray diffraction method (XRD) was used as an accurate and complete method to determine the identity and structure of new or known

compounds, and therefore vital for research in chemistry. Using micro-proton induced X-ray emission to determine the composition of the leaves of these plants, previously unreported compounds such as pyrazole and n Poly (trimethylcellulose) among others, were detected in the species studied. These compounds can be used for a broad spectrum of drugs as they contain medicinal properties and play an important role in people, as they have a great source of chemical and bioactive compounds that favor human nutrition and that the information is available to the communities.

Keywords: X-ray diffraction, Medicinal species, Phytochemicals.

INTRODUCCIÓN

Las plantas son una parte integral de todos los organismos vivos del planeta porque proporcionan alimento, aire limpio, medicamentos, ropa, sombra y refugio (Gautam, 2012). Estas tienen una historia de uso tradicional por su efecto culinario, así como su capacidad para prevenir y tratar enfermedades crónicas (Asowata *et al.*, 2016). Los alimentos vegetales pueden contribuir significativamente a la nutrición y salud humana, ya que contienen casi todos los nutrientes esenciales (Arzani *et al.*, 2007).

Desde la antigüedad, las plantas han desempeñado un papel importante en la civilización humana como componentes de alimentos, cosméticos, sabores, fragancias, medicamentos, entre otros (Seebaluck-Sandoram *et al.*, 2019). En la medicina tradicional se utilizan diferentes partes, como flores, frutos, hojas, raíces y tallos de plantas medicinales (Samrot *et al.*, 2018). Recientemente el interés científico se ha centrado en el potencial de salud de los fitoquímicos de los alimentos vegetales ya que las especies vegetales contienen una gran variedad de metabolitos secundarios comúnmente etiquetados como fitoquímicos. Se presume que la mayoría de los fitoquímicos naturales que se producen en los alimentos vegetales son seguros debido a un historial de consumo (Ikram *et al.*, 2015).

Existen una gran variedad de especies que son usadas regularmente por las personas en su comida tradicional y también se usan por su potencial fitoquímico para curar enfermedades. Una de ellas es el maíz integral que es rico en nutrientes y compuestos bioactivos que incluyen fibra, vitaminas, minerales y fitoquímicos, cada vez más evidencia

*Autor para correspondencia: Sugey López Martínez
 Correo-e: sugey.lopez@ujat.mx

Recibido: 27 de septiembre de 2022

Aceptado: 28 de agosto de 2023

Publicado: 12 de octubre de 2023

científica sugiere que el consumo regular de granos enteros reduce el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas, como diabetes tipo II, sobrepeso, obesidad y trastornos digestivos (Siyuan *et al.*, 2018).

La necesidad por saber cuáles son los componentes químicos principales de las plantas ayuda a entender su potencial culinario y medicinal. Existen tecnologías que permiten identificar la composición química de plantas, dentro de ellas se encuentra el análisis de cromatografía de gases y espectrometría de masas que con su acoplamiento constituyen una herramienta importante para separar, identificar y cuantificar cualquier tipo de compuestos, sin embargo, la combinación de altas resoluciones, sensibilidad y tiempos de análisis cortos la ha convertido en una tecnología de rutina, de las más conocidas y que la gran parte de investigadores utilizan (Gutiérrez y Droguet, 2002).

Una de las tecnologías que ha tomado gran importancia para investigar las estructuras moleculares y cristalinas es la difracción de rayos X la cual es una tecnología que sirve para el estudio y análisis de materiales y permite identificar compuestos cristalinos, no obstante, hay pocos estudios con respecto a la composición química de las plantas (Bosch y Lara, 2010). Estudios previos como el de Martins y colaboradores (2011) y Lara (2010); López *et al.*, 2016) sugieren que esta técnica proporciona una identificación práctica de compuestos en el material, inclusive especies vegetales.

Tomando en cuenta lo anterior, se seleccionaron cinco especies para este artículo, *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng (Oreganón): *Eryngium foetidum* L (Perejil): *Coriandrum sativum* L (Cilantro): *Mentha spicata* L. (Hierba buena): *Ocimum basilicum* L (Albaca): cinco especies que encabezan la lista de las más utilizadas que provienen de una encuesta del grupo de investigación. Las cuales fueron recolectadas en las comunidades indígenas de Olcuatitán del municipio de Nacajuca, Tabasco utilizan en su vida cotidiana. Sin embargo, las comunidades utilizan su conocimiento empírico para el uso de las plantas, por lo cual el objetivo de este estudio es aportar conocimientos respecto al uso de la tecnología de difracción de rayos X y la aplicación de la misma para identificar compuestos químicos en las plantas y brindar una búsqueda exhaustiva de trabajos científicos previos a este, sobre el uso y composición de estas cinco especies a nivel internacional para que la sociedad obtenga información oportuna sobre los usos generales de estas especies, así como sus principales componentes bioactivos y de esta manera generar nuevos conocimientos a las comunidades rurales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se basó en los resultados que se obtuvieron en el estudio previo realizado por (López *et al.*, 2016) donde se utilizó la misma técnica de difracción de rayos X.

Búsqueda de información

Se realizó una revisión de la literatura investigando en bases de datos científicas de los años 2007 al 2017 aunque hay

algunos artículos que se consideraron interesantes de otros años que incluyen, las bases de datos fueron ScienceDirect, Scopus, Springer, Taylor y Francis Online, Wiley, para estudios centrados en lo fitoquímico y actividades farmacológicas de las cinco especies

Recolección de muestras

En el verano del 2019 se recolectaron muestras representativas de las cinco especies *Eryngium foetidum* L (Perejil): *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng (Oreganón): *Mentha spicata* L. (Hierba buena): *Coriandrum sativum* L (Cilantro): (*Ocimum basilicum* L (Albaca) (individuos completos, raíces y plantas) provenientes de los huertos familiares, tres individuos de cada especie de diez hogares seleccionados al azar en la comunidad de Olcuatitán, Nacajuca, Tabasco, con coordenadas 18° 11' 25.620" N, 92° 57' 40.104" W, lo cual posteriormente se procesaron en el laboratorio de suelos de la UJAT, División Académica de Ciencias Biológicas.

Pretratamiento de muestras

Las muestras se secaron en un horno a 90 °C por 72 h (Otazu *et al.*, 2010); posteriormente los materiales secos se pulverizaron, guardaron en tubos eppendorf de 50 mL etiquetados y se trasladaron en bolsas plásticas resellables para su análisis en el laboratorio de química de la Universidad Autónoma Metropolitana- Iztapalapa.

Tratamiento de muestras (Difracción de rayos X)

Las caracterizaciones de los componentes de la muestra se efectuaron en el laboratorio de química de la Universidad Autónoma Metropolitana – Unidad Iztapalapa con el apoyo del Dr. Víctor Hugo Lara Corona y el M. en E. Ignacio López y Celis, se realizaron en un Difractómetro de rayos X (SIEMENS D500). Las muestras se montaron individualmente sobre un portaobjetos de vidrio ranurado que se usó como soporte de la muestra. El difractómetro estuvo conectado a un ordenador para el análisis de datos y la determinación de fases utilizando el programa Diffract AT (versión 3.2, Livermore, CA, Estados Unidos de América, 1995-2000). Este equipo consistía en un porta muestras de dióxido de silicio (SiO₂): un tubo de Cu, un monocromador de has difractado y un detector de centelleo se analizaron las características del patrón de difracción los cuales se presentan en gráficos.

RESULTADOS

Revisión bibliográfica

El consumo de plantas medicinales ha ido en aumento en los últimos años en todo el mundo y es frecuente su empleo en combinación con medicamentos prescritos por los médicos, por ello se realizó una búsqueda exhaustiva en donde se identificaron los usos en la medicina tradicional y uso culinario de las cinco especies los cuales se observan en la Tabla 1. Los principales componentes químicos o bioactivos de cada especie, arrojados en estudios previos se muestran en la Tabla 2.

Tabla 1. Usos medicinales y culinarios de cada especie vegetal
Table 1. Medicinal and culinary uses of each plant species.

Especie	Nombre común	Usos	Referencia
<i>Ocimum basilicum</i> L.	Albahaca 	Antidiabético Cicatrización de heridas Antioxidante Antiinflamatorio Actividades antiestrés y anticancerígenas Para agregar un sabor distintivo en la comida.	(Singh <i>et al.</i> , 2018).
<i>Coriandrum sativum</i> L.	Cilantro 	Se usa comúnmente en la gastronomía mundial. Importante valor medicinal. Es una gran fuente de compuestos bioactivos para el descubrimiento de nuevos fármacos.	(Prachayasittikul <i>et al.</i> , 2018)
<i>Mentha spicata</i> L.	Hierbabuena 	Se usan actualmente como saborizantes para bebidas y preparaciones alimenticias. En la medicina popular para el tratamiento de bronquitis, náuseas, flatulencia, anorexia, afecciones hepáticas, analgésico.	(Mahboubi, 2018).
<i>Plectranthus amboinicus</i> (Lour.) Spreng.	Oreganón 	Como ingredientes aromático y saborizante o en la preparación de alimentos. Para el tratamiento de los trastornos respiratorios como el asma, enfermedades como la dispepsia y diarrea. Antioxidante. Antiinflamatorios y quimioterapéuticos	(Shubha y Bhatt, 2015)
<i>Eryngium foetidum</i> L.	Perejil Ranchero 	Usada ampliamente para condimentar alimentos. Usada en la etnomedicina para el tratamiento de una serie de dolencias como fiebres, vómitos, quemaduras, hipertensión, dolor de cabeza, asma, artritis, mordeduras de serpientes, diarrea. Antiinflamatorio, analgésico, actividad anticonvulsiva, clastogénica, anticancerígena, antidiabética y antibacteriana.	(Singh <i>et al.</i> , 2014).

Tabla 2. Principales componentes químicos y bioactivos en cinco especies vegetales
Table 2. Chemical and bioactive principal constituents in five plant species.

Especie	Principales componentes químicos / Bioactivos	Metodología	Referencia
<i>Ocimum basilicum</i> L.)	Cariofileno α-cubebene	Los aceites esenciales se obtuvieron por hidrodestilación y se analizaron por GC-MS	(Ismail, 2006)
	α-terpineol	GC/MS	(Politeo <i>et al.</i> , 2007)
	Linalool, α-cadinol, γ-cadineno	GC/MS	(Hussain <i>et al.</i> , 2008)
	Éster metílico del ácido cinámico, Ciclohexeno	GC/MS	(Zhang <i>et al.</i> , 2009)
	β-elemeno, Alcanfor	GC/MS	(Kathirvel y Ravi, 2012)
	Acetato de linalilo, Elemol, Mirceno, Ocimeno	GC/MS	(Hadj <i>et al.</i> , 2012)
	Beta-Caryophyllene, Alcanfor	GC/MS	(Govindarajan <i>et al.</i> , 2013)
	Metil eugenol, Metil chavicol	GC/MS	(Joshi, 2014)
	Geranial	GC/MS	(Shirazi <i>et al.</i> , 2014)
	P-alilansole, Acetato de nerilo	GC/MS	(Al Abbasy <i>et al.</i> , 2015)
	β-bisabolene Germacrene D	Análisis por GC-FID	(Beatovic <i>et al.</i> , 2015)
	Metil cinamato, α-farnesene	GC/MS	(El-Soud <i>et al.</i> , 2015)
	Limoneno	GC/MS	(Zlotek <i>et al.</i> , 2016)
	1,8-cineol, Eugenol, α-bergamotene	GC/MS	(Varga <i>et al.</i> , 2017)
α-trans-bergamotene, Eucalyptol, Gamma-cadinene	GC/MS	(Baldim <i>et al.</i> , 2018)	
<i>Coriandrum sativum</i> L.	γ-terpinene	Los análisis se realizaron por GC e IR.	(Bandoni <i>et al.</i> , 1998)
	Alcanfor	GC/MS	(De Figueiredo <i>et al.</i> , 2004)
	Geraniol, 2-decenal	Los análisis se realizaron por HPLC.	(Oganesyan <i>et al.</i> , 2007)
	Apigenina, Luteolina, Hiperósido, Hesperidina, Vicenina, Diosmina	GC/MS	(Bhuiyan <i>et al.</i> , 2009)
	Ácido 2-decenoico, Ácido E-11-tetradecenoico, Ácido cáprico, Alcohol undecílico, Ácido tridecanoico, Ácido undecanoico	GC/MS	(Matasyoh <i>et al.</i> , 2009)
	Decanal, Aldehídos, Alcoholes	GC/MS	(Zoubir y Baaliouamer, 2010)
	Linalol	GC-FID y (GC/MS)	(Anwar <i>et al.</i> , 2011)
	Acetato de geranilo, Anetol, P-cimeno	GC/MS	(Orav <i>et al.</i> , 2011)
	Alcanfor, α-pineno	GC/MS	(Chung <i>et al.</i> , 2012)
	Ciclododecanol, 1-decanol, Fitol	GC/MS	(Sriti <i>et al.</i> , 2012)
	γ-terpino, P- cimeno	GC/MS	(Caputo <i>et al.</i> , 2016)
	α-pineno, P- quimene	GC/MS	(Yildiz, 2016)
	Dodecanal, Tetradecenal	GC/MS	(Beyzi <i>et al.</i> , 2017)
	Limoneno, P-cimeno, Gamma-terpinene, Terpinen-4-ol, Alfa-terpineol, Acetato de geranilo		

Especie	Principales componentes químicos / Bioactivos	Metodología	Referencia
<i>Mentha spicata</i> L.	Pulegona, Carvona	GC/MS	(Telci <i>et al.</i> , 2004)
	1,8-cineol, Carvona	GC/MS	(Chauhan <i>et al.</i> , 2009)
	Cis-dihidrocarvona, Acetato de carvilo	GC/MS	(Hussain <i>et al.</i> , 2010)
	β -cariofilina, β -bourbonene, α -terpineol, Terpinen-4-ol	GC/MS	(Boukhebt <i>et al.</i> , 2011)
	Trans-carveol	GC/MS	(Znini <i>et al.</i> , 2011)
	β -cariofileno, Trans-dihidrocarvone	GC/MS	(Şarer <i>et al.</i> , 2011)
	Cis-carveol, Limoneno	GC/MS	(Govindarajan <i>et al.</i> , 2012)
	Dihidrocarvona, Canfeno	GC/MS	(Liu <i>et al.</i> , 2012)
	Limoneno, Muuroleno, Mirceno	GC/MS	(Scherer <i>et al.</i> , 2013)
	L-menthone, Pulegona	GC/MS	(Dhifi <i>et al.</i> , 2013)
	Carvona	GC/MS	(Kedia <i>et al.</i> , 2014)
	Piperitona	Se analizaron GC/MS	(Teixeira <i>et al.</i> , 2014)
	Cis-dihidrocarveol, Trans-cariofileno, Mentona, Mentol	GC/MS	(Shahbazi, 2015)
	Germacreno D, β -pineno, β -cariofileno	GC/MS	(Chrysargyris <i>et al.</i> , 2017)
Cis-dihidrocarvona, Germacreno D	GC/MS	(Bardaweel <i>et al.</i> , 2018)	
<i>Plectranthus amboinicus</i> (Lour.) Spreng	Carvacrol, Undecanal, ρ -cimeno, Óxido de cariofileno, β -selinene	Los aceites esenciales se obtuvieron por hidrodestilación y se analizaron por GC-MS.	(Senthilkumar y Venkatesalu, 2010)
	Timol, γ -terpinene, β -cariofileno	GC/MS	(Da Costa <i>et al.</i> , 2010)
	α -humuleno, Undecanal, γ -terpino	GC/MS	(Annadurai y Venugopalan, 2010)
	Alcaloides, Carbohidratos, Glucósidos, Proteínas, Aminoácidos, Flavonoides	GC/MS	(Patel <i>et al.</i> , 2010)
	Ácido cafeico, Ácido rosmarínico, Ácido cumárico, Luteolina, Quercitina, Eriodyctiol	Se identificaron mediante el análisis UPLC-MS	(El-hawary <i>et al.</i> , 2012)
	Alcanfor, O-cymene, α -terpinene	GC/MS	(Hassani <i>et al.</i> , 2012)
	3-carene	GC/MS	(Erny <i>et al.</i> , 2012)
	Linalool, Acetato de Nerol, Acetato de geranilo	GC/MS	(Asimwe <i>et al.</i> , 2014)
Carvacrol	Se analizaron por GC-FID y GC/MS.	(Pinheiro <i>et al.</i> , 2015)	
<i>Eryngium foetidum</i> L.	2-dodecenal, Ácido dodecanoico	GC/MS	(Leclercq <i>et al.</i> , 1992)
	Aldehídos aromáticos, Aldehídos terpénicos	GC/MS y H-NMR	(Wong <i>et al.</i> , 1994)
	Ácido hexadecanoico, Carotol	GC/MS	(Pino <i>et al.</i> , 1997)
	2,3,6-trimetilbenzaldehído, 2-tetradecenal	GC/MS	(Martins <i>et al.</i> , 2003)
	3-dodecenal, γ -terpinene	GC/MS	(Cardozo <i>et al.</i> , 2004)
	Ácido dodecanoico, Duraldehído	GC/MS	(Chowdhury <i>et al.</i> , 2007)
	5-dodecene, Trimetilfenol	Se analizaron por GC-FID y GC/MS.	(Jaramillo <i>et al.</i> , 2011)
	Carotenoides, Fenólicos, Antroquinonas	Los análisis se realizaron por HPLC	(Singh <i>et al.</i> , 2013)
	Tetradecenal, α -pineno	Los análisis se realizaron por HPLC	(Aswathy y Saj, 2014)
	Muurola-4,10, Ácido palmítico, Fitol, α -cadinol	GC/MS	(Chandrika <i>et al.</i> , 2015)
	Tetradecenal, 2,4,5-trimetoxibenzaldehído	GC/MS	(Thomas <i>et al.</i> , 2017)

GC-MS (Cromatografía de gases / espectrometría de masas). HPLC (cromatografía líquida). GC-FID (cromatografía de gases-detector de ionización de llama). H-NMR (resonancia magnética nuclear de protones). UPLC-MS (cromatografía de líquidos con espectrómetro de masas). GC (Cromatografía de gases). IR (espectroscopia infrarroja).

Identificación de compuestos fitoquímicos en las plantas, a través de difracción de rayos X

La técnica de difracción de rayos x permitió encontrar compuestos no identificados en todas las especies que se analizaron. La Figura 1 muestra el patrón de difracción de rayos x y la identificación de un compuesto que no había sido reportado para la especie *Plectranthus amboinicus* se puede observar en el espectro con color verde: el pirazol que es un compuesto heterocíclico y representante de los más activos, el cual tiene actividades como antimicrobianos (Malladi *et al.*, 2012) y analgésicos (Vijesh *et al.*, 2013).

La Figura 2 muestra la identificación de tres compuestos no identificados para la especie *Mentha spicata* L. en el espectro la línea en color negro: ácido perclórico de celulosa que es un polímero biodegradable, un catalizador novedoso y económico, sirve como un soporte único para la síntesis de catalizadores ácidos solidos que se ha utilizado en diversas transformaciones orgánicas (Khan y Siddiqui, 2014); de igual forma la línea de color azul representa el $C_{25}H_{52}$ n-pentacosano que es un hidrocarburo alifático saturado constituyente de muchas ceras naturales, un sólido incoloro en condiciones ambientales y la línea de color verde $C_{10}H_{12}ClNO_4$ Carbamato de Clorfenesina que es un relajante muscular esquelético utilizado para el tratamiento del dolor asociado con el esqueleto trauma muscular (distensiones, esguinces): inflamación y espasmos u otras afecciones musculares (Stanko, 1990; Yu *et al.*, 2009).

La Figura 3 muestra la identificación de dos compuestos no identificados para las especies *Ocimum basilicum* L. en el espectro la línea color negro, *Coriandrum sativum* L. la línea verde y *Eryngium foetidum* L. en espectro azul: celulosa que es la molécula biológica orgánica más abundante, ya que

constituye la pared celular de las células vegetales, es un polisacárido estructural en las plantas ya que forma parte de los tejidos de sostén. Es el carbohidrato más abundante disponible en la naturaleza, actualmente se utilizan recursos celulósicos en productos tales como madera, combustible, textiles, papel y plásticos (Imai *et al.*, 2004) y n Poli (trimetilcelulosa) del cual no se encontró dato alguno. La detección de estos compuestos deja en evidencia las propiedades medicinales de estas especies.

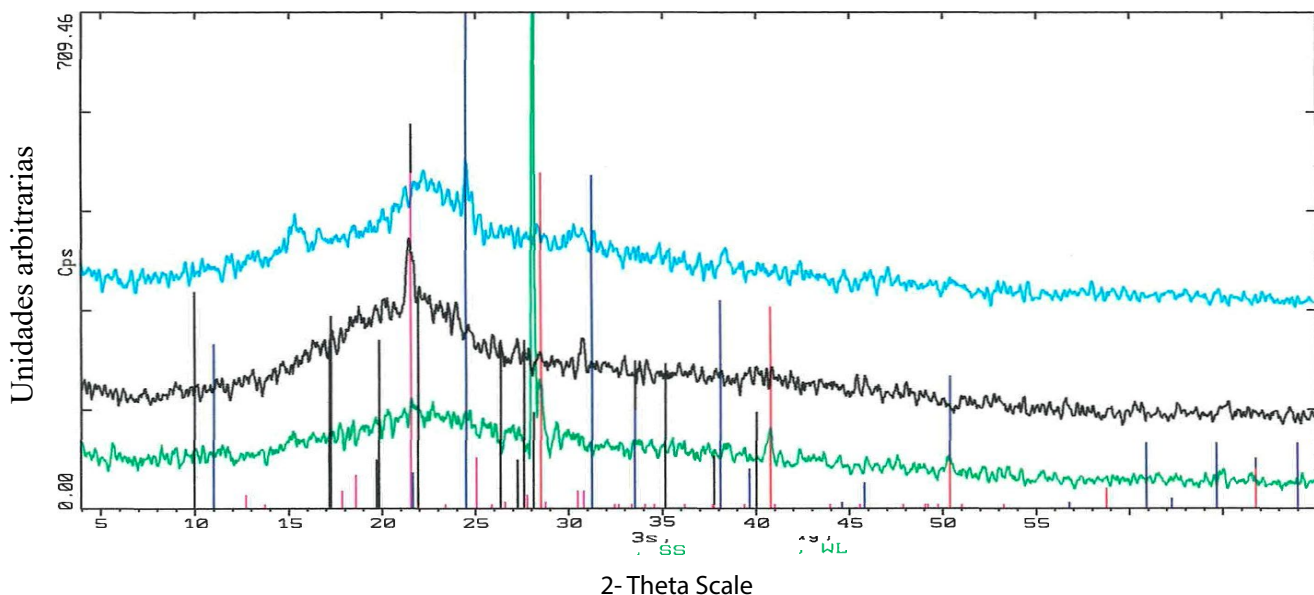
DISCUSIÓN

Actualmente las plantas son importantes en la cocina y medicina tradicional, ya que como se apreció en la Tabla 1 las personas las utilizan de diferentes maneras como para el tratamiento de varias enfermedades y dolencias, como agentes saborizantes o ingredientes corporativos en la preparación de alimentos y de igual forma son una gran fuente de compuestos bioactivos para el descubrimiento de nuevos fármacos, por lo que saber cuáles son los componentes químicos principales de las plantas ayuda a entender su potencial culinario y medicinal.

En la Tabla 2 la gran cantidad de componentes bioactivos con los que cuenta la planta siendo el linalool el compuesto más abundante en la albahaca, el limoneno más abundante en el cilantro, la carvona en la hierbabuena, el carvacrol en el oreganón y el 2- dodecenal en el perejil, siendo estos compuestos quienes le dan su olor, sabor característico a las mismas, por otra parte también se aprecian las diferentes técnicas que se utiliza para identificar estos compuestos como por ejemplo espectroscopia infrarroja, cromatografía de líquidos con espectrómetro de masas, cromatografía de gases, espectrometría de masas, siendo esta ultima la téc-

Figura 1. Difractograma de la composición química de las hojas de *Plectranthus amboinicus* (Lour Spreng). Nombre común oreganón compuesto registrado en rosa: $C_3H_4N_2$ Pirazol en azul.

Figure 1. Difractogram of the chemical composition of *Plectranthus amboinicus* (Lour Spreng) leaves. Common name oreganon compound recorded in pink: $C_3H_4N_2$ Pyrazole in blue.



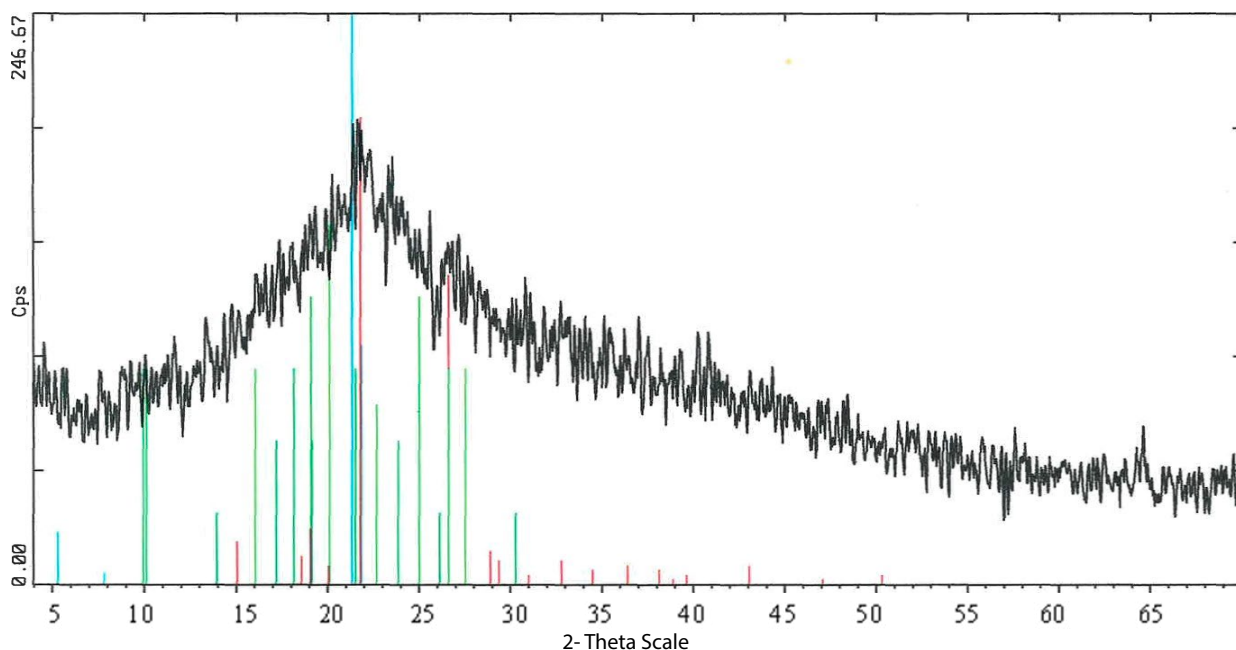


Figura 2. Difractograma de la composición química de las hojas de *Mentha spicata* L. nombre común hierbabuena. Se encontraron los siguientes compuestos: $(C_{12}H_{24}O_{12} \cdot HClO_4)$ ácido perclórico de celulosa en azul; $C_{25}H_{52}$ n-pentacosano en rosa; $C_{10}H_{12}ClN_4O_4$ Carbamato de clorfenesina en verde.
Figure 2. Diffractogram of the chemical composition of the leaves of *Mentha spicata* L. common name peppermint. The following compounds were found: $(C_{12}H_{24}O_{12} \cdot HClO_4)$ cellulose perchloric acid in blue; $C_{25}H_{52}$ n-pentacosane in pink; $C_{10}H_{12}ClN_4O_4$ chlorphenesin carbamate in green.

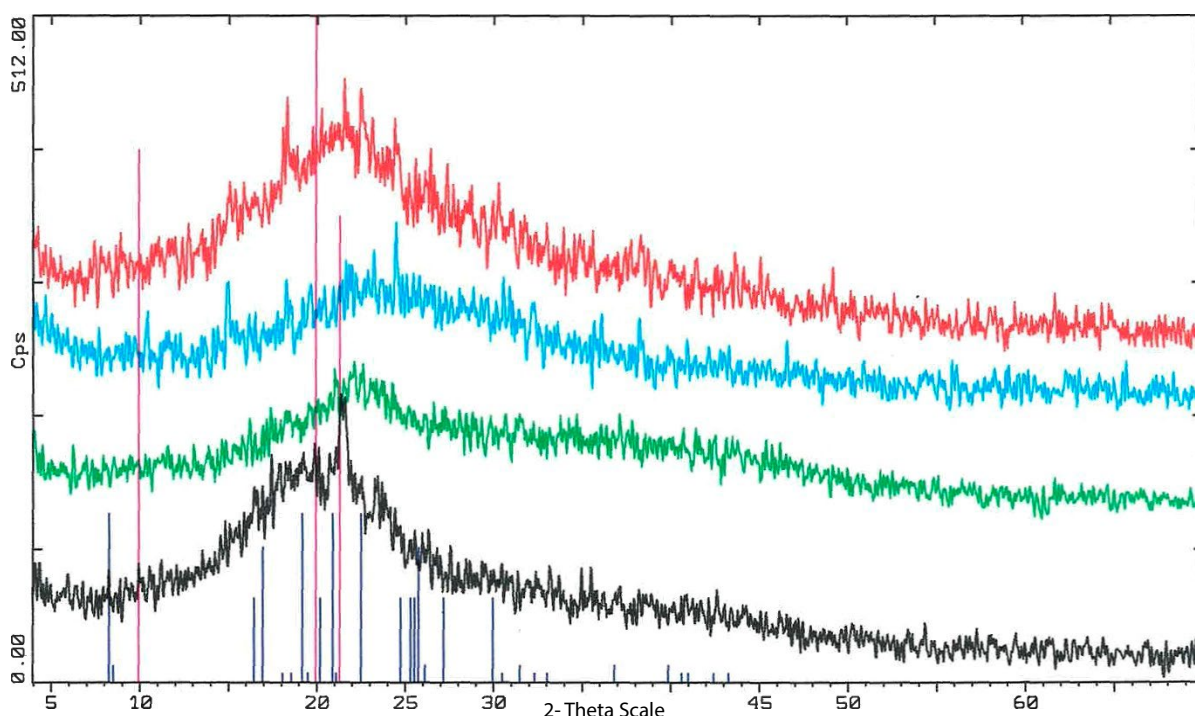


Figura 3. Difractograma de la composición química de las hojas de *Ocimum basilicum* L. nombre común Albahaca. *Coriandrum sativum* L. nombre común cilantro y *Eryngium foetidum* L. nombre común perejil. Se encontraron los siguientes compuestos: $(C_6H_{10}O_5)$ Celulosa en rosa; $(C_{10}H_{16}O_5)$ y n Poli(trimetilcelulosa) en azul.
Figure 3. Diffractogram of the chemical composition of the leaves of *Ocimum basilicum* L. common name Basil. *Coriandrum sativum* L. common name coriander and *Eryngium foetidum* L. common name parsley. The following compounds were found: $(C_6H_{10}O_5)$ Cellulose in pink; $(C_{10}H_{16}O_5)$ and n Poly(trimethylcellulose) in blue.

nica más utilizada para análisis fitoquímico, resaltando que la técnica de difracción de rayos X es muy poco conocida y utilizada pero es una técnica viable, rápida y novedosa para identificar compuestos químicos como menciona Martins *et al.*, (2011): ya que mostro cinco compuestos que no habían sido reportados utilizando estas tecnologías comunes.

El pirazole ($C_3H_4N_2$) es un heterociclo aromático que contiene dos átomos de nitrógeno en sus anillos de cinco miembros (Kiyani *et al.*, 2015) constituye una importante familia heterocíclica que cubre una amplia gama de productos sintéticos y naturales que exhiben innumerables propiedades químicas, biológicas, agroquímicas y farmacológicas (Lv *et al.*, 2010).

Ácido perclórico de celulosa ($C_{12}H_{24}O_{12} \cdot HClO_4$) es un catalizador novedoso, económico y fácilmente preparable que sirve como un soporte único para la síntesis de catalizadores ácidos sólidos que se ha utilizado en diversas transformaciones orgánicas. n-pentacosano ($C_{25}H_{52}$) es un alcano que consiste en una cadena no ramificada de 25 átomos de carbono, son copos esponjosos relucientes blancos, insoluble en agua, Tiene un papel como semioquímico y metabolito vegetal, constituyente de muchas ceras naturales.

Carbamato de clorfenesina ($C_{10}H_{12}ClNO_4$) es un relajante del músculo esquelético utilizado para el tratamiento del dolor asociado con esquelético traumatismo muscular (distensiones, esguinces): inflamación y espasmos u otras afecciones musculares (Stanko, 1990) funciona como un bloqueador selectivo de las vías polisinápticas en la columna niveles supraespinales (Kurachi y Aihara, 1990).

Celulosa ($C_6H_{10}O_5$) es el polímero orgánico más común y se considera una fuente casi inagotable de materia prima para la creciente demanda de productos ecológicos y biocompatibles (Klemm *et al.*, 2002): para el último compuesto n-Poli(trimetilcelulosa) ($C_{10}H_{16}O_5$) no se encontró información, solo se conoce que la metilcelulosa se ha utilizado como laxante.

Por otro lado, Subramanian *et al.* (2012) menciona que la variación la composición química de cada planta puede variar desde las estructuras botánica que se analicen, así como en la composición mineral del suelo en el que se cultivan las plantas. Por lo que la identificación de estos compuestos se puede deber a la capacidad de absorción preferencial de la planta, el uso de fertilizantes, el agua de riego y las condiciones climáticas.

Los resultados muestran que las plantas medicinales y culinarias examinadas desempeñan un papel importante en las comunidades indígenas, ya que cuentan con una gran fuente de compuestos químicos y bioactivos que favorecen a la nutrición humana, además de su importante valor medicinal y culinario. La principal contribución de este trabajo es el desarrollo de un nuevo método de identificación de compuestos químicos para complementar los ya utilizados en la actualidad para ampliar la investigación de estas especies de plantas y distribuir la información que se encuentra en artículos científicos a trípticos informativos útiles para las comunidades. Los resultados concuerdan con los de (López *et al.*,

2016) quienes mencionaron que el método DRX puede ser un complemento útil en la caracterización química de especies vegetales que son importantes en la medicina tradicional. De hecho, alienta el estudio de la cristalografía de difracción de rayos X como una herramienta de análisis fitoquímico para la identificación y cuantificación de compuestos en productos vegetales, que complementan la identificación de compuestos por HPLC (Cromatografía líquida) y RMN (Espectroscopia de resonancia magnética nuclear).

CONCLUSIONES

En esta investigación la técnica de difracción de rayos X solo se utilizó para la identificación de compuestos y no para la cuantificación, esta técnica permitió encontrar compuestos no identificados en todas las especies que se analizaron, para la especie *P. amboinicus* se identificó un compuesto siendo el pirazol, la especie *M. spicata* en total de tres compuestos: Celulosa ácido perclórico, n-pentacosano y Clorfenesina carbamato, por último las especies *O. basilicum*, *C. sativum* y *E. foetidum* mostraron la presencia de dos compuestos, Celulosa y n-Poli(trimetilcelulosa): los cuales algunos compuestos son utilizados para un amplio espectro de fármacos y utilizados como relajante muscular teniendo propiedades antiinflamatorias y analgésicas, por lo que se entiende las propiedades medicinales de las plantas, esta información reunida en la presente investigación se otorgó al cuerpo de investigación los cuales realizaron trípticos de difusión sobre las plantas estudiadas a las comunidades de Olcuatitán del municipio de Nacajuca, Tabasco.

REFERENCIAS

- Al Abbasy, D. W., Pathare, N., Al-Sabahi, J. N., y Khan, S. A. 2015. Chemical composition and antibacterial activity of essential oil isolated from Omani basil (*Ocimum basilicum* Linn.). Asian Pacific Journal of Tropical Disease. 5: 645-649. [https://doi.org/10.1016/s2222-1808\(15\)60905-7](https://doi.org/10.1016/s2222-1808(15)60905-7).
- Annadurai, S., y Venugopalan, V. 2010. Chemical composition and larvicidal activity of the essential oil of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng against *Anopheles stephensi*: a malarial vector mosquito. Parasitology Research. 107: 1275-1278. <https://doi.org/10.1007/s00436-010-1996-6>
- Anwar, F., Sulman, M., Hussain, A. I., Saari, N., Iqbal, S., y Rashid, U. 2011. Physicochemical composition of hydro-distilled essential oil from coriander (*Coriandrum sativum* L.) seeds cultivated in Pakistan. Journal of Medicinal Plants Research. 5: 3537-3544.
- Arzani, A., Zeinali, H., y Razmjo, K. 2007. Iron and magnesium concentrations of mint accessions (*Mentha* spp). Plant Physiology and Biochemistry. 45: 323-329. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2007.03.023>
- Asiimwe, S., Borg-Karlsson, A. K., Azeem, M., Mugisha, K. M., Namutebi, A., y Gakunga, N. J. 2014. Chemical composition and Toxicological evaluation of the aqueous leaf extracts of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. International Journal of Pharmaceutical Science Invention. 3: 19-27.
- Asowata-Ayodele, A. M., Afolayan, A. J., y Otunola, G. A. 2016. Ethnobotanical survey of culinary herbs and spices used in the traditional medicinal system of Nkonkobe Municipality,

- Eastern Cape, South Africa. *South African Journal of Botany*, 104, 69-75. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2016.01.001>
- Aswathy, P. M., y Saj, O. P. 2014. Carminative, phytochemical and antioxidant potentialities of the leaf extracts of *Eryngium foetidum* L. (Apiaceae). *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 3: 2269-2280.
- Baldim, J. L., Silveira, J. G. F., Almeida, A. P., Carvalho, P. L. N., Rosa, W., Schripsema, J. y Luiz, J. H. H. 2018. The synergistic effects of volatile constituents of *Ocimum basilicum* against foodborne pathogens. *Industrial Crops and Products*. 112: 821-829. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.12.016>.
- Bandoni, A. L., Mizrahi, I., y Juárez, M. A. 1998. Composition and quality of the essential oil of coriander (*Coriandrum sativum* L.) from Argentina. *Journal of Essential Oil Research*. 10: 581-584. <https://doi.org/10.1080/10412905.1998.9700977>.
- Bardaweel, S. K., Bakchiche, B., ALSalamat, H. A., Rezzoug, M., Gherib, A., y Flamini, G. 2018. Chemical composition, antioxidant, antimicrobial and Antiproliferative activities of essential oil of *Mentha spicata* L. (Lamiaceae) from Algerian Saharan atlas. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 18: 201. <https://doi.org/10.1186/s12906-018-2274-x>.
- Beatovic, D., Krstic-Milosevic, D., Trifunovic, S., Siljegovic, J., Glamoclija, J., Ristic, M., y Jelacic, S. 2015. Chemical composition, antioxidant, and antimicrobial activities of the essential oils of twelve *Ocimum basilicum* L. cultivars grown in Serbia. *Records of Natural Products*. 9: 62. <https://doi.org/10.2298/hemind120615086b>.
- Beyzi, E., Karaman, K., Gunes, A., y Beyzi, S. B. 2017. Change in some biochemical and bioactive properties and essential oil composition of coriander seed (*Coriandrum sativum* L.) varieties from Turkey. *Industrial Crops and Products*. 109: 74-78. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.08.008>.
- Bhuiyan, M. N. I., Begum, J., y Sultana, M. 2009. Chemical composition of leaf and seed essential oil of *Coriandrum sativum* L. from Bangladesh. *Bangladesh Journal of Pharmacology*. 4: 150-153. <https://doi.org/10.3329/bjp.v4i2.2800>
- Bosch Giral, P., y Lara Corona, V. H. 2014. Difracción y fluorescencia de rayos X. México: Terracota.
- Boukhebt, H., Chaker, A. N., Belhadj, H., Sahli, F., Ramdhani, M., Laouer, H., y Harzallah, D. 2011. Chemical composition and antibacterial activity of *Mentha pulegium* L. and *Mentha spicata* L. essential oils. *Der Pharmacia Lettre*. 3: 267-275. <https://doi.org/10.26538/tjnpr/v7i4.6>.
- Caputo, L., Souza, L. F., Alloisio, S., Cornara, L., y De Feo, V. 2016. *Coriandrum sativum* and *Lavandula angustifolia* essential oils: chemical composition and activity on central nervous system. *International Journal of Molecular Sciences*. 17: 1999. <https://doi.org/10.3390/ijms17121999>.
- Cardozo, E., Rubio, M., Rojas, L. B., y Usubillaga, A. 2004. Composition of the essential oil from the leaves of *Eryngium foetidum* L. from the Venezuelan Andes. *Journal of Essential Oil Research*. 16: 33-34. <https://doi.org/10.1080/10412905.2004.9698645>.
- Chandrika, R., Saraswathi, K. T., y Mallavarapu, G. R. 2015. Constituents of the essential oils of the leaf and root of *Eryngium foetidum* L. from two locations in India. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 18: 349-358. <https://doi.org/10.1080/0972060x.2014.960277>.
- Chauhan, R. S., Kaul, M. K., Shahi, A. K., Kumar, A., Ram, G., y Tawa, A. 2009. Chemical composition of essential oils in *Mentha spicata* L. accession [IIIM (J) 26] from North-West Himalayan region, India. *Industrial Crops and Products*. 29: 654-656. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2008.12.003>.
- Chowdhury, J. U., Nandi, N. C., y Yusuf, M. 2007. Chemical Constituents of essential oil of the leaves of *Eryngium foetidum* from Bangladesh. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*. 42: 347-352. <https://doi.org/10.3329/bjsir.v42i3.674>.
- Chrysargyris, A., Xylia, P., Botsaris, G., y Tzortzakis, N. 2017. Antioxidant and antibacterial activities, mineral and essential oil composition of spearmint (*Mentha spicata* L.) affected by the potassium levels. *Industrial Crops and Products*. 103: 202-212. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.04.010>.
- Chung, I. M., Ahmad, A., Kim, S. J., Naik, P. M., y Nagella, P. 2012. Composition of the essential oil constituents from leaves and stems of Korean *Coriandrum sativum* and their immunotoxicity activity on the *Aedes aegypti* L. *Immunopharmacology and Immunotoxicology*. 34: 152-156. <https://doi.org/10.3109/08923973.2011.589030>.
- Da Costa, J. G., Pereira, C. K., Rodrigues, F. F., y de Lima, S. G. 2010. Chemical Composition, Antibacterial and Fungicidal Activities of Leaf Oil of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. *Journal of Essential Oil Research*. 22: 183-185. <https://doi.org/10.1080/10412905.2010.9700298>.
- De Figueiredo, R. O., Marques, M. O. M., Nakagawa, J., y Ming, L. C. 2004. Composition of Coriander essential oil from Brazil. *Acta Horticulturae*. 1:135-138. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2004.629.18>.
- Dhifi, W., Jelali, N., Mnif, W., Litaïem, M., y Hamdi, N. 2013. Chemical composition of the essential oil of *Mentha spicata* L. from Tunisia and its biological activities. *Journal of Food Biochemistry*. 37: 362-368. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2012.00656.x>.
- El-hawary, S. S., El-sofany, R. H., Abdel-Monem, A. R., Ashour, R. S., y Sleem, A. A. 2012. Polyphenolics content and biological activity of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) spring growing in Egypt (Lamiaceae). *Pharmacognosy Journal*. 4: 45-54. <https://doi.org/10.5530/pj.2012.32.9>.
- El-Soud, N. H. A., Deabes, M., El-Kassem, L. A., y Khalil, M. 2015. Chemical composition and antifungal activity of *Ocimum basilicum* L. essential oil. *Open access Macedonian journal of medical sciences*. 3: 374. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2015.082>.
- Erny Sabrina, M. N., Razali, M., Mirfat, A. H. S., y Mohd Shukri, M. A. 2014. Antimicrobial activity and bioactive evaluation of *Plectranthus amboinicus* essential oil. *American Journal of Research Communication*. 2: 121-127.
- Govindarajan, M., Sivakumar, R., Rajeswari, M., y Yogalakshmi, K. 2012. Chemical composition and larvicidal activity of essential oil from *Mentha spicata* (Linn.) against three mosquito species. *Parasitology research*. 110: 2023-2032. <https://doi.org/10.1007/s00436-011-2731-7>.
- Govindarajan, M., Sivakumar, R., Rajeswary, M., y Yogalakshmi, K. 2013. Chemical composition and larvicidal activity of essential oil from *Ocimum basilicum* (L.) against *Culex tritaeniorhynchus*, *Aedes albopictus* and *Anopheles subpictus* (Diptera: Culicidae). *Experimental parasitology*. 134: 7-11. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2013.01.018>.

- Gutiérrez, MC: Droguet, M." La cromatografía de gases y la espectrometría de masas: identificación de compuestos causantes de mal olor". Boletín Intexter, julio 2002, núm. 122, p. 35-41. <https://doi.org/10.18259/acs.2014033>.
- Hadj Khelifa, L., Brada, M., Brahmi, F., Achour, D., Fauconnier, M. L., y Lognay, G. 2012. Chemical composition and antioxidant activity of essential oil of *Ocimum basilicum* leaves from the northern region of Algeria. *Topclass Journal of Herbal Medicine*. 1: 53-58. <https://doi.org/10.1080/0972060x.2011.10644009>.
- Hassani, M. S., Zainati, I., Zrira, S., Mahdi, S., y Oukessou, M. 2012. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of *Plectranthus amboinicus* (Lour) Spring. Essential Oil from Archipelago of Comoros. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*. 15: 637-644. <https://doi.org/10.1080/0972060x.2012.10644098>.
- Hussain, A. I., Anwar, F., Sherazi, S. T. H., y Przybylski, R. 2008. Chemical composition, antioxidant, and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depends on seasonal variations. *Food Chemistry*. 108: 986-995. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.12.010>.
- Hussain, A. I., Anwar, F., Shahid, M., Ashraf, M., y Przybylski, R. 2010. Chemical composition, and antioxidant and antimicrobial activities of essential oil of spearmint (*Mentha spicata* L.) from Pakistán. *Journal of Essential Oil Research*. 22: 78-84. <https://doi.org/10.1080/10412905.2010.9700269>.
- Ikram, E. H. K., Stanley, R., Netzel, M., y Fanning, K. 2015. Phytochemicals of papaya and its traditional health and culinary uses—A review. *Journal of Food Composition and Analysis*. 41: 201-211. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.02.010>.
- Imai, M., Ikari, K., y Suzuki, I. 2004. High-performance hydrolysis of cellulose using mixed cellulase species and ultrasonication pretreatment. *Biochemical Engineering Journal*. 17: 79-83. [https://doi.org/10.1016/s1369-703x\(03\)00141-4](https://doi.org/10.1016/s1369-703x(03)00141-4).
- Ismail, M. 2006. Central properties and chemical composition of *Ocimum basilicum*. essential oil. *Pharmaceutical biology*. 44: 619-626. <https://doi.org/10.1080/13880200600897544>.
- Jaramillo, B. E., Duarte, E., y Martelo, I. 2011. Volatile chemical composition of the essential oil from Colombian *Eryngium foetidum* L. and determination of its antioxidant activity. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 16: 140-150.
- Joshi, R. K. 2014. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Ocimum basilicum* L. (sweet basil) from Western Ghats of Northwest Karnataka, India. *Ancient science of life*. 33: 151. <https://doi.org/10.4103/0257-7941.144618>.
- Kathirvel, P., y Ravi, S. 2012. Chemical composition of the essential oil from basil (*Ocimum basilicum* Linn.) and its in vitro cytotoxicity against HeLa and Hep-2 human cancer cell lines and NIH 3T3 mouse embryonic fibroblasts. *Natural Product Research*, 26: 1112-1118. <https://doi.org/10.1080/14786419.2010.545357>.
- Kedia, A., Prakash, B., Mishra, P. K., Chanotiya, C. S., y Dubey, N. K. 2014. Antifungal, antiaflatoxicogenic, and insecticidal efficacy of spearmint (*Mentha spicata* L.) essential oil. *International Biodeterioration y Biodegradación*, 89: 29-36. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2013.10.027>.
- Khan, T., y Siddiqui, Z. N. 2014. Perchloric acid modified-cellulose: a versatile, novel, and biodegradable heterogeneous solid acid catalyst for single-pot synthesis of novel bis-pyran annulated heterocyclic scaffolds under solvent-free conditions. *New Journal of Chemistry*. 38: 4847-4858. <https://doi.org/10.1039/c4nj00529e>.
- Kiyani, H., Albooyeh, F., y Fallahnezhad, S. 2015. Synthesis of new pyrazolyl-1, 3-diazabicyclo [3.1. 0] hexe-3-ene derivatives. *Journal of Molecular Structure*. 1091: 163-169. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2015.02.069>.
- Klemm, D., Schmauder, HP, Heinze, T. y Cellulose, I. 2002. Biopolímeros. De Baets, S. 1:275-319.
- Kurachi, M., y Aihara, H. 1984. Effect of a muscle relaxant, chlorphenesin carbamate, on the spinal neurons of rats. *The Japanese Journal of Pharmacology*. 36: 7-13. <https://doi.org/10.1254/jjp.36.7>.
- Leclercq, P. A., Duñg, N. X., Lô, V. N., y Toanh, N. V. 1992. Composition of the essential oil of *Eryngium foetidum* L. from Vietnam. *Journal of Essential Oil Research*. 4: 423-424. <https://doi.org/10.1080/10412905.1992.9698097>.
- Liu, K. H., Zhu, Q., Zhang, J. J., Xu, J. F., y Wang, X. C. 2012. Chemical composition and biological activities of the essential oil of *Mentha spicata* Lamiaceae. In *Advanced Materials Research*. 524:2269-2272. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.524-527.2269>.
- López-Martínez, S., López y Celis, I., Lara Corona, V. H., y Velásquez Martínez, J. R. 2016. Chemical composition of the leaves rodoe discolors using x-ray diffraction spectroscopy. *SYLWAN journal*. 1:148-160.
- Lv, P. C., Sun, J., Luo, Y., Yang, Y., y Zhu, H. L. 2010. Design, synthesis, and structure-activity relationships of pyrazole derivatives as potential FabH inhibitors. *Bioorganic y Medicinal Chemistry Letters*. 20: 4657-4660. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2010.05.105>.
- Mahboubi, M. 2021. *Mentha spicata* L. essential oil, phytochemistry and its effectiveness in flatulence. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*. 11: 75-81. <https://doi.org/10.1016/j.jtcm.2017.08.011>.
- Malladi, S., Isloor, A. M., Peethambar, S.K., Ganesh, B.M., y Goud, P. S. 2012. Synthesis and antimicrobial activity of some new pyrazole containing cyanopyridone derivatives. *Der Pharma Chemica*. 4: 43-52.
- Martins, A.P., Salgueiro, L.R., da Cunha, A.P., Vila, R., Cañigüeral, S., Tomi, F., y Casanova, J. 2003. Essential oil composition of *Eryngium foetidum* from S. Tome e Principe. *Journal of essential oil research*. 15: 93-95. <https://doi.org/10.1080/10412905.2003.9712077>.
- Martins, F. T., dos Santos, M. H., Coelho, C. P., Barbosa, L. C., Dias, G. C., Fracca, M. P., ... y Doriguetto, A. C. 2011. A powder X-ray diffraction method for detection of polyprenylated benzophenones in plant extracts associated with HPLC for quantitative analysis. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*. 54: 451-457. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2010.09.010>.
- Matasyoh, J.C., Maiyo, Z. C., Ngure, R.M., y Chepkorir, R. 2009. Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Coriandrum sativum*. *Food Chemistry*. 113: 526-529. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.097>.
- Oganesyan, E.T., Nersesyan, Z. M., y Parkhomenko, A. Y. 2007. Chemical composition of the above-ground part of *Coriandrum sativum*. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 41: 149-153. <https://doi.org/10.1007/s11094-007-0033-2>.
- Otazu-Larrasoana, 2010. Influencia de la temperatura y tiempo desecado en la calidad de las hojas de *Cymbopogon citratus* DC staf. Undergraduate dissertation. Universidad Viosa Minas Gerai s– Brasil.

- Patel, R., Mahobia, N., Waseem, N., Upwar, N., y Singh, S. 2010. Phyto-physicochemical investigation of leaves of *Plectranthus amboinicus* (Lour) Spreng. *Pharmacognosy Journal*. 2: 536-542. [https://doi.org/10.1016/s0975-3575\(10\)80057-4](https://doi.org/10.1016/s0975-3575(10)80057-4).
- Pinheiro, P. F., Costa, A. V., Alves, T. D. A., Galter, I. N., Pinheiro, C. A., Pereira, A. F., ... y Fontes, M. M. P. 2015. Phytotoxicity and cytotoxicity of essential oil from leaves of *Plectranthus amboinicus*, carvacrol, and thymol in plant bioassays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 63: 8981-8990. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b03049>.
- Pino, J. A., Rosado, A., y Fuentes, V. 1997. Composition of the leaf oil of *Eryngium foetidum* L. from Cuba. *Journal of Essential Oil Research*. 9: 467-468. <https://doi.org/10.1080/10412905.1997.9700751>.
- Politeo, O., Jukic, M., y Milos, M. 2007. Chemical composition and antioxidant capacity of free volatile aglycones from basil (*Ocimum basilicum* L.) compared with its essential oil. *Food Chemistry*. 101: 379-385. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.01.045>.
- Prachayasittikul, V., Prachayasittikul, S., Ruchirawat, S., y Prachayasittikul, V. 2018. Coriander (*Coriandrum sativum*): A promising functional food toward the well-being. *Food Research International*. 105: 305-323. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.019>.
- Gautam, P. L. 2012. Genetic Resources, Chromosome Engineering and Crop Improvement Series: Medicinal Plant. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 6: 102-112.
- Samrot, A. V., Raji, P., Selvarani, A. J., y Nishanthini, P. 2018. Antibacterial activity of some edible fruits and its green synthesized silver nanoparticles against uropathogen-*Pseudomonas aeruginosa* SU 18. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 16: 253-270. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2018.08.014>.
- Şarer, E., Toprak, S. Y., Otlu, B., y Durmaz, R. 2011. Composition and antimicrobial activity of the essential oil from *Mentha spicata* L. subsp. *spicata*. *Journal of Essential Oil Research*. 23: 105-108. <https://doi.org/10.1080/10412905.2011.9700435>.
- Scherer, R., Lemos, M. F., Lemos, M. F., Martinelli, G. C., Martins, J. D. L., y da Silva, A. G. 2013. Antioxidant and antibacterial activities and composition of Brazilian spearmint (*Mentha spicata* L.). *Industrial Crops and Products*. 50: 408-413. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.07.007>.
- Seebaluck-Sandoram, R., Lall, N., Fibrich, B., van Staden, A. B., Saleem, H., y Mahomoodally, M. F. 2019. Antimicrobial, antioxidant, and cytotoxic evaluation of two underutilized food plants: *Averrhoa bilimbi* L. (Oxalidaceae) and *Phyllanthus acidus* L. Skeels (Phyllanthaceae). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 18: 100998. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.01.036>.
- Senthilkumar, A., y Venkatesalu, V. 2010. Chemical composition and larvicidal activity of the essential oil of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng against *Anopheles stephensi*: a malarial vector mosquito. *Parasitology Research*. 107: 1275-1278. <https://doi.org/10.1007/s00436-010-1996-6>.
- Shahbazi, Y. 2015. Chemical composition and in vitro antibacterial activity of *Mentha spicata* essential oil against common food-borne pathogenic bacteria. *Journal of Pathogens*. 1:1-5. <https://doi.org/10.1155/2015/916305>.
- Shirazi, M. T., Gholami, H., Kavooosi, G., Rowshan, V., y Tafsiy, A. 2014. Chemical composition, antioxidant, antimicrobial and cytotoxic activities of *Tagetes minuta* and *Ocimum basilicum* essential oils. *Food Science y Nutrition*. 2: 146-155. <https://doi.org/10.1002/fsn3.85>.
- Shubha, J. R., y Bhatt, P. 2015. *Plectranthus amboinicus* leaves stimulate growth of probiotic *L. plantarum*: Evidence for ethnobotanical use in diarrhea. *Journal of Ethnopharmacology*. 166: 220-227. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.02.055>.
- Singh, B. K., Ramakrishna, Y., y Ngachan, S. V. 2014. Spiny coriander (*Eryngium foetidum* L.): a commonly used, neglected spicing-culinary herb of Mizoram, India. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 61: 1085-1090. <https://doi.org/10.1007/s10722-014-0130-5>.
- Singh, D., y Chaudhuri, P. K. (2018). A review on phytochemical and pharmacological properties of Holy basil (*Ocimum sanctum* L.). *Industrial Crops and Products*. 118: 367-382. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.03.048>.
- Singh, S., Singh, D. R., Banu, S., y Salim, K. M. 2013. Determination of bioactive and antioxidant activity in *Eryngium foetidum* L.: a traditional culinary and medicinal herb. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*. 83: 453-460. <https://doi.org/10.1007/s40011-012-0141-y>.
- Siyuan, S., Tong, L., y Liu, R. 2018. Corn phytochemicals and their health benefits. *Food Science and Human Wellness*. 7: 185-195. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2018.09.003>.
- Sriti, J., Msaada, K., Talou, T., Faye, M., Vilarem, G., y Marzouk, B. 2012. Coupled extruder-headspace, a new method for analysis of the essential oil components of *Coriandrum sativum* fruits. *Food Chemistry*. 134: 2419-2423. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.04.029>.
- Stanko, J. R. 1990. A review of oral skeletal muscle relaxants for the craniomandibular disorder (CMD) practitioner. *CRANIO*. 8: 234-243. <https://doi.org/10.1080/08869634.1990.11678317>.
- Subramanian, R., Gayathri, S., Rathnavel, C., y Raj, V. 2012. Analysis of mineral and heavy metals in some medicinal plants collected from local market. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 2: S74-S78. [https://doi.org/10.1016/s2221-1691\(12\)60133-6](https://doi.org/10.1016/s2221-1691(12)60133-6).
- Teixeira, M. L., Cardoso, M. D. G., Figueiredo, A. C. S., Moraes, J. C., Assis, F. A., de Andrade, J., y de Albuquerque, L. R. M. 2014. Essential oils from *Lippia origanoides* Kunth. and *Mentha spicata* L. Chemical composition, insecticidal and antioxidant activities. *American Journal of Plant Sciences*. 5:9 <https://doi.org/10.4236/ajps.2014.59131>.
- Telci, I., Sahbaz, N. I., Yilmaz, G., y Tugay, M. E. 2004. Agronomical and chemical characterization of spearmint (*Mentha spicata* L.) originating in Turkey. *Economic Botany*, 58: 721. [https://doi.org/10.1663/0013-0001\(2004\)058\[0721:aaccos\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1663/0013-0001(2004)058[0721:aaccos]2.0.co;2).
- Thomas, P. S., Essien, E. E., Ntuk, S. J., y Choudhary, M. I. 2017. *Eryngium foetidum* L. essential oils: chemical composition and antioxidant capacity. *Medicines*. 4: 19-24. <https://doi.org/10.3390/medicines4020024>.
- Varga, F., Carović-Stanko, K., Ristić, M., Grdiša, M., Liber, Z., y Šatović, Z. 2017. Morphological and biochemical intraspecific characterization of *Ocimum basilicum* L. *Industrial Crops and Products*. 109: 611-618. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.09.018>.

- Wong, K. C., Feng, M. C., Sam, T. W., y Tan, G. L. 1994. Composition of the Leaf and Root Oils of *Eryngium foetidum* L. *Journal of Essential Oil Research*. 6: 369-374. <https://doi.org/10.1080/10412905.1994.9698401>.
- Yildiz, H. 2016. Chemical composition, antimicrobial, and antioxidant activities of essential oil and ethanol extract of *Coriandrum sativum* L. leaves from Turkey. *International Journal of Food Properties*. 19: 1593-1603. <https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1092161>.
- Yu, J. Y., Song, H. H., Kim, B. G., Park, H. J., Choi, K. S., y Kwon, Y. E. 2009. Relative bioavailability of generic and branded 250-mg and 500-mg oral chlorphenesin carbamate tablets in healthy Korean volunteers: A single-dose, randomized-sequence, open-label, two-period crossover trial. *Clinical Therapeutics*. 31: 2735-2743. <https://doi.org/10.1016/j.clinthera.2009.11.036>.
- Zhang, J. W., Li, S. K., y Wu, W. J. 2009. The main chemical composition and in vitro antifungal activity of the essential oils of *Ocimum basilicum* Linn. var. *pilosum* (Willd.) Benth. *Molecules*. 14: 273-278. <https://doi.org/10.3390/molecules14010273>.
- Złotek, U., Michalak-Majewska, M., y Szymanowska, U. 2016. Effect of jasmonic acid elicitation on the yield, chemical composition, and antioxidant and anti-inflammatory properties of essential oil of lettuce leaf basil (*Ocimum basilicum* L.). *Food chemistry*. 213: 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.06.052>.
- Znini, M., Bouklah, M., Majidi, L., Kharchouf, S., Aouniti, A., Bouyanzer, A., ... y Al-Deyab, S.S. 2011. Chemical composition and inhibitory effect of *Mentha spicata* essential oil on the corrosion of steel in molar hydrochloric acid. *International Journal of Electrochemical Science*. 6: 691-704. [https://doi.org/10.1016/s1452-3981\(23\)15027-9](https://doi.org/10.1016/s1452-3981(23)15027-9).
- Zoubiri, S., y Baaliouamer, A. 2010. Essential oil composition of *Coriandrum sativum* seed cultivated in Algeria as food grains protectant. *Food Chemistry*. 122: 1226-1222 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.03.119>.