

## FITOQUÍMICA Y ACTIVIDADES BIOLÓGICAS DE PLANTAS DE IMPORTANCIA EN LA MEDICINA TRADICIONAL DEL VALLE DE TEHUACÁN-CUICATLÁN

Tzasná Hernández<sup>1a</sup>, Ana M. García-Bores<sup>2b</sup>, Rocío Serrano<sup>1c</sup>,  
Guillermo Ávila<sup>2d</sup>, Patricia Dávila<sup>3e</sup>, Héctor Cervantes<sup>3f</sup>,  
Ignacio Peñalosa<sup>4g</sup>, César M. Flores-Ortiz<sup>4h</sup> y Rafael Lira<sup>3i</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Farmacognosia, <sup>2</sup>Laboratorio de Fitoquímica, <sup>3</sup>Laboratorio de Recursos Naturales, <sup>4</sup>Laboratorio de Fisiología Vegetal, UBIPRO, Facultad de Estudios Superiores-Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av.de los Barrios No. 1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Edo. de México, C.P. 54090, México. Emails: <sup>a</sup>tzasna@unam.mx, <sup>b</sup>boresana@yahoo.com, <sup>c</sup>rserrano0112@gmail.com, <sup>d</sup>tuncomaclovio2000@yahoo.com.mx, <sup>e</sup>pdavilaa@unam.mx, <sup>f</sup>h.c.maya@hotmail.com, <sup>g</sup>ipcastro@unam.mx, <sup>h</sup>cmflores65@gmail.com, <sup>i</sup>rlira@unam.mx

### RESUMEN

En este trabajo, se presenta una revisión acerca de los estudios realizados por nuestro grupo de trabajo, enfocados a la generación de conocimiento sobre la fitoquímica y diferentes actividades biológicas de 10 especies vegetales empleadas en la medicina tradicional en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla. Las propiedades biológicas de los extractos, fracciones, compuestos puros y aceites esenciales, incluyeron, según el caso: la actividad antibacteriana, antifúngica, antioxidante, fotoprotectora, hipoglucemiante y antiinflamatoria. Los resultados obtenidos al evaluar las diferentes propiedades biológicas de las plantas indican una estrecha relación entre la fitoquímica, la farmacognosia y el uso de la planta en la medicina tradicional de las especies utilizadas en esta región del país.

**Palabras Clave:** actividades biológicas, fitoquímica, medicina tradicional, metabolitos secundarios, Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

### Phytochemistry and biological activities of important plants in traditional medicine in the Tehuacán-Cuicatlán Valley

### ABSTRACT

A synthesis of a research series about biological activity and phytochemical composition of 10 plant species used in traditional medicine by the people of Tehuacán-Cuicatlán Valley, Puebla, is presented herein. In this review, results of the biological properties of essential oils, extracts and pure metabolites isolated of medicinal plants are shown. The biological activities studied were: antibacterial, antifungal, antioxidant, photoprotective, hypoglycemic and anti-inflammatory. Results were positive in each of the aspects studied in majority of species. Suggesting that there is a strong phytochemical and pharmacognostic support that endorses the traditional knowledge about the medicinal plants used in that region of México.

**Key Words:** biological activities, phytochemistry, secondary metabolites, Tehuacán- Cuicatlán Valley, traditional medicine.

## INTRODUCCIÓN

**E**l Valle de Tehuacán-Cuicatlán comprende los Estados de Puebla y Oaxaca, México. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza ha decretado que es un centro de megadiversidad y endemismo.

En el Valle existe una gran tradición sobre el uso de plantas medicinales identificándose más de 90 especies utilizadas en la medicina tradicional, sin embargo, muchas de ellas no cuentan con estudios científicos acerca de sus propiedades medicinales y su composición química<sup>1,2</sup>. En este trabajo se presenta una revisión de los estudios que ha realizado nuestro grupo de trabajo, a lo largo de los últimos años en la región, enfocados en conocer tanto las actividades biológicas como la fitoquímica de diversas especies empleadas por los pobladores del Valle como un recurso medicinal, con esto se pretende validar científicamente su uso en la medicina tradicional de esa región de México.

Las plantas estudiadas fueron: *Lippia graveolens* (Orégano, Verbenaceae), *Lantana achyranthifolia* (Cinco negritos blancos, Verbenaceae), *L. camara* (Cinco negritos rojos, Verbenaceae), *Cordia curassavica* (Barredor, Boraginaceae), *C. globosa* (Yerba de la sangre, Boraginaceae), *Caesalpinia melanadenia* (Ixcanelillo, Fabaceae), *Gymnosperma glutinosum* (Popote, Asteraceae), *Yucca periculosa* (Izote, Agavaceae), *Bursera morelensis* (Aceitillo, Burseraceae) y *Psittacanthus calyculatus* (Ingerto, Loranthaceae).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las especies que reportamos fueron seleccionadas debido a su mayor frecuencia de uso como recursos medicinales por los pobladores del Valle, de acuerdo a los estudios etnobotánicos realizados previamente por nuestro grupo<sup>1,2</sup>. El material vegetal fue colectado y en cada caso se depositó un ejemplar en el herbario FESI (Tabla I). De las plantas aromáticas se extrajeron los aceites esenciales de las partes aéreas mediante arrastre de vapor. Los componentes de los aceites fueron separados y analizados por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. Los extractos de las plantas se obtuvieron por maceración con solventes de diferente polaridad y se aislaron los principales metabolitos mediante métodos cromatográficos. Las estructuras de los compuestos aislados se establecieron mediante técnicas espectroscópicas y espectrométricas.

Las propiedades biológicas de los aceites esenciales, extractos y metabolitos puros que se estudiaron fueron: actividad antibacteriana, antifúngica, antioxidante, fotoprotectora, hipoglucemiante y antiinflamatoria.

Las actividades antibacteriana y antifúngica se determinaron cualitativamente por el método de dilución en agar; cuantitativamente mediante dilución en caldo e inhibición del crecimiento radial<sup>3,4</sup>. Calculando la concentración mínima inhibitoria (CMI), bactericida mínima (CBM) y/o la fungicida

media ( $CF_{50}$ )<sup>4</sup>. Se utilizaron distintas cepas de microorganismos (bacterias, levaduras y hongos miceliados). También se evaluó el efecto del aceite y/o extractos sobre el crecimiento y la viabilidad de los microorganismos<sup>5</sup>.

La actividad antioxidante se evaluó al obtener la concentración antioxidante media ( $CA_{50}$ ) a través de la decoloración del radical 2,2, difenil-picril-hidracilo (DPPH)<sup>6</sup>. A los extractos y metabolitos aislados se les determinó también la actividad fotoprotectora en diferentes modelos biológicos<sup>7,8</sup>; la actividad antiinflamatoria se evaluó por el método de edema plantar inducido con carragenina<sup>9</sup>.

Para el análisis de los resultados de la actividad antibacteriana, antifúngica, antioxidante y fotoprotectora se realizaron pruebas de ANOVA unifactorial y análisis de regresión lineal. Este último fue útil para calcular las concentraciones que inhiben el crecimiento de los microorganismos y las que reducen en un 50% al radical DPPH. En lo referente a la actividad hipoglucemiante y antiinflamatoria se utilizó la prueba "t de Student" para conocer las diferencias entre los grupos en un nivel de significancia de  $p < 0.05$ .

## RESULTADOS

En los estudios etnobotánicos, *Lippia graveolens* fue la especie vegetal que tuvo más frecuencias de mención para el tratamiento de enfermedades de origen infeccioso<sup>1</sup>. Esto concuerda con otros autores que reportan a la *L. graveolens* como una especie usada para el tratamiento de diferentes enfermedades. Las actividades biológicas que se han reportado de esta especie son las siguientes: analgésica/antiinflamatoria, antidiarreica contra la disentería, antifúngica, para el tratamiento de desórdenes menstruales, como agente antiespasmódico, descongestionante de las vías respiratorias altas, hipoglucemiante y oxicótico<sup>10</sup>. El aceite esencial de esta especie presentó actividad antibacteriana, tanto en bacterias Gram positivas (4 cepas) como en Gram negativas (10 cepas). Dosis iguales a la CMI provocan un efecto bacteriostático mientras que dosis iguales a la CBM inducen el efecto bactericida sobre la población bacteriana<sup>11</sup>. El aceite tiene actividad antifúngica frente a 5 cepas de hongos miceliados ( $CF_{50} = 0.01-0.09$  mg/mL)<sup>12</sup>. Aunado a lo anterior, el extracto metanólico posee actividad antioxidante y es rico en compuestos fenólicos<sup>13</sup>. En cuanto a la composición química, se identificaron 9 componentes en el aceite esencial siendo los mayoritarios: carvacrol, acetato de terpineol y el *m*-cimeno<sup>11</sup>. Además, existen variaciones cuantitativas y cualitativas tanto en la composición, como en la actividad antimicrobiana del aceite esencial y en el extracto hexánico. Ésto se observó tanto "dentro" como "entre" poblaciones naturales de las plantas de esta especie. Probablemente lo anterior se deba a la respuesta de *L. graveolens* expuesta a diferentes condiciones de disturbio ecológico y a las variaciones ambientales durante las estaciones del año<sup>14</sup>. Otros autores han analizado la composición química

Especie (herbario)	Actividad biológica							Composición química		Variación espacio temporal
	Antibacteriana	Antifúngica	Antioxidante	Fotoprotector	Hipoglucemiante	Antiinflamatoria	Aceite	Extracto		
<i>Lippia graveolens</i> (IRA 28)	√ [1, 11]	√ [12]	√ [13]	-	-	-	√ [11]	√ [14]	√ [14]	
<i>Lantana achyranthifolia</i> (IZTA 26472)	√ [1, 16]	√ [12]	-	-	-	-	√ [16]	-	-	
<i>L. camara</i> (IRA 8)	√ [19]	√ [19]	-	-	-	-	-	√ [19]	-	
<i>Cordia curassavica</i> (IRA 21)	√ [25]	√ [25]	-	-	-	-	√ [26]	√ [27]	√ [26]	
<i>C. globosa</i> (HCM 60)	√ [31, 32]	√ [31, 32]	√ [32]	-	-	-	√ [31]	√ [32]	-	
<i>Caesalpinia melanadenia</i> (HCM 15)	√ [33]	√ [33]	-	-	-	-	-	√ [33]	-	
<i>Gymnosperma glutinosum</i> (MPF 296)	√ [37, 38]	√ [37, 38]	-	-	-	-	√ [39]	√ [37]	√ [39]	
<i>Yucca periculosa</i> (IZTA 27516)	√ [41]	√ [41]	√ [40]	√ [8]	-	-	-	√ [40]	-	
<i>Bursera morelensis</i> (IZTA 42123)	√ [42]	√ [42]	√ [42, 43]	-	-	√ [43]	-	√ [42, 43]	√ [44]	
<i>Psittacanthus calyculatus</i> (IZTA 42601)	-	-	-	-	√ [45]	-	-	√ [45]	-	

Tabla I. Estudios sobre las propiedades biológicas y la composición química de algunas plantas empleadas en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Simbología: √ Con estudios; - Sin estudios.

de los extractos polares de esta especie colectada en el norte del país, lográndose identificar 23 flavonoides mediante la técnica de HPLC/Masas<sup>15</sup>.

*Lantana achyranthifolia* también es una de las especies altamente reconocida por los habitantes de Zapotitlán de las Salinas como un recurso medicinal<sup>1</sup>. En el laboratorio comprobamos que el aceite esencial de esta especie, presentó actividad antibacteriana en bacterias Gram positivas (4 cepas) y en Gram negativas (10 cepas). Dosis iguales a la CMI provocan un efecto bacteriostático mientras que dosis iguales a la CBM tienen efecto bactericida<sup>16</sup>. El aceite presentó actividad antifúngica frente a 5 cepas de hongos miceliados de importancia agrícola y médica ( $CF_{50}$  = 0.10-0.18 mg/mL)<sup>12</sup>. Además, se identificaron 18 componentes del aceite siendo los mayoritarios: carvacrol (30.64%), isocariofileno (10.73%) y  $\alpha$ -bisabolol (11.23%)<sup>16</sup>. También se detectó la presencia de otros monoterpenos como cimeno, timol, cineol, pineno y linalool, los cuales son reconocidos por sus propiedades antisépticas<sup>17</sup>.

*L. camara* es una planta cosmopolita que ha sido usada en la medicina tradicional mundial; sus raíces son empleadas para el tratamiento de la malaria, el reumatismo, como anticonceptivo, antitumoral, contra la tuberculosis, antifúngico y repelente<sup>18</sup>. Los pobladores del Valle de Tehuacán-Cuicatlán utilizan las partes aéreas de esta planta para el tratamiento de padecimientos de origen infeccioso<sup>1</sup>. Nuestros resultados mostraron que los extractos de diferentes polaridades presentan actividad antimicrobiana frente a cepas Gram positivas, Gram negativas y hongos levaduriformes pero no en hongos miceliados. Además, las cepas Gram negativas resultaron ser más sensibles al efecto del extracto hexánico (CMI de 0.125 a 1.00 mg/mL)<sup>19</sup>. El aceite esencial obtenido de las partes aéreas de esta planta ha sido ampliamente estudiado, contiene principalmente sesquiterpenos entre los que destacan el  $\beta$ -cariofileno y su óxido<sup>20</sup>. En cuanto a la composición de los extractos se ha reportado la presencia de fenil-propanoides y flavonoides<sup>21</sup>. Existe controversia en cuanto a la toxicidad de esta planta puesto que algunos autores sostienen que el extracto metanólico no es tóxico<sup>22</sup>; sin embargo, otros investigadores demuestran que los extractos polares y no polares son tóxicos<sup>23</sup>.

Los pobladores de Zapotitlán de las Salinas<sup>1</sup> y San Rafael Coxcatlán<sup>2</sup> utilizan las partes aéreas de *Cordia curassavica* para el tratamiento de padecimientos respiratorios y del tracto gastrointestinal. En Panamá esta planta es usada para el tratamiento de enfermedades del tracto respiratorio<sup>24</sup>. Los extractos de diferente polaridad y el aceite esencial de esta planta poseen actividad antimicrobiana en bacterias Gram positivas (4 cepas), Gram negativas (6 cepas) y frente a 5 cepas de hongos miceliados<sup>25</sup>. La composición química del aceite esencial se estudió en época de lluvias y en sequías, encontrando que el germacrano (24.41 %) es el principal componente del aceite en lluvias, mientras que en la sequía

es el 1,7,7-trimetil triciclo (2.2.1.0(2,6)) heptano (20.3%). La variación en la composición química del aceite afecta la actividad antibacteriana porque en la época de lluvias fue activo en 4 cepas bacterianas, mientras que en la de sequía lo fue contra 9 cepas<sup>26</sup>. Del extracto hexánico se aisló un flavonol metoxilado y también se determinó la presencia de taninos derivados del ácido gálico en el extracto metanólico<sup>27</sup>. Por otra parte, *C. curassavica* tiene utilidad como larvicida y fungicida, conociéndose como cardioquinonas, los compuestos bioactivos aislados de esta planta<sup>24,28</sup>.

*C. globosa* es una planta poco estudiada desde el punto de vista farmacognóstico. En Brasil y Jamaica es usada para disminuir los dolores menstruales y se ha demostrado su actividad antiespasmódica en el modelo de ileon aislado de cobayo<sup>29</sup>. De esta especie se han aislado flavonas y glucósidos de flavonoides<sup>30</sup>. Nuestro grupo de trabajo estudió las propiedades antimicrobianas del aceite esencial, que es activo en 9 cepas Gram negativas, 6 cepas Gram positivas, 4 cepas levaduriformes y 8 cepas de hongos miceliados. Las bacterias Gram negativas fueron más sensibles al efecto de este aceite (CMI = 0.06 – 3.00 mg/mL). *Trichophyton mentagrophytes* es la cepa fúngica más sensible al aceite esencial con una  $CF_{50}$  de 0.35 mg/mL, este hongo es el causante del pie de atleta. Los componentes principales del aceite son el humuleno (32%),  $\alpha$  y  $\beta$  pineno (15 y 14% respectivamente)<sup>31</sup>. Aunado a lo anterior, el extracto metanólico de las partes aéreas de la planta presentó actividad antimicrobiana en 8 cepas de bacterias Gram positivas, 5 de Gram negativas y hongos miceliados pero no en levaduras. El efecto observado en las curvas de crecimiento fue bacteriostático. También se encontró que el extracto de *C. globosa* es antioxidante con una  $CA_{50}$  de 20  $\mu$ g/mL. Además, en el modelo de *Artemia salina* se determinó que el extracto es tóxico<sup>32</sup>.

Los pobladores de San Rafael emplean las infusiones de las partes aéreas de la especie *Caesalpinia melanadenia* para tratar enfermedades gastrointestinales, respiratorias y cutáneas. Debido a lo anterior, se obtuvieron los extractos hexánico y metanólico. Sólo el extracto hexánico mostró actividad antimicrobiana en bacterias y levaduras pero no en hongos miceliados. Cabe resaltar que el extracto fue especialmente activo en las cepas de levaduras, con un efecto fungicida en las curvas de crecimiento de: *Candida albicans* (CMI 0.5 mg/mL, CFM 0.75 mg/mL) y *Cryptococcus neoformans* (CMI 0.125 mg/mL; CFM 0.250 mg/mL). Este último microorganismo causa neumonía y es resistente a fármacos fungicidas<sup>33</sup>.

La especie *Gymnosperma glutinosum* es de las plantas medicinales más importantes para los habitantes de Zapotitlán de las Salinas<sup>1</sup> y San Rafael Coxcatlán<sup>2</sup>. En este caso, a partir de las partes aéreas del material vegetal se obtuvieron el extracto hexánico y la partición metanólica, los cuales fueron activos contra bacterias y hongos miceliados. *G. glutinosum* ha sido estudiada ampliamente desde el punto

de vista fitoquímico, sobre todo en su contenido de diterpenos derivados del ent-labdano<sup>34</sup> y ent-neoclerodano<sup>35</sup> además de flavonoides<sup>36</sup>. Con respecto al estudio fitoquímico se aislaron dos metabolitos: el ácido (-)-17-hidroxi-neo-clerod-3-en-15-oico y la 5,7-dihidroxi-3,6,8,2',4',5' hexametoxiflavona<sup>37</sup>. En un estudio posterior se confirmó la capacidad fungicida del extracto hexánico, en este caso se aisló otra flavona metoxilada y por primera vez se reporta en esta especie la presencia del (+)-8S,13S,14R,15-entlabdanotetrol, un diterpeno del tipo ent-labdano<sup>38</sup>. Cabe mencionar que todos los metabolitos aislados son bioactivos. El aceite esencial de *G. glutinosum* no tiene actividad antifúngica y su composición química varía de acuerdo a la zona de colecta<sup>39</sup>.

*Yucca periculosa* es una especie endémica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Del extracto metanólico de la peridermis se aislaron tres estilbenos con propiedades insecticidas y antioxidantes<sup>40</sup>. El extracto metanólico y el *trans*-3,3',5,5'-tetrahidroxi-4-metoxiestilbeno (EM) tienen actividad antibacteriana y antifúngica<sup>41</sup>. La especie también contiene resveratrol y naringenina. Estos metabolitos al igual que el EM tienen un efecto fotoprotector al evitar la muerte celular de *Escherichia coli* y al disminuir el daño cutáneo en los cuyos y ratones SKH-1; ambos efectos inducidos por la radiación ultravioleta<sup>8</sup>.

La corteza de *Bursera morelensis* es usada como un remedio tradicional para tratar heridas cutáneas por los habitantes de San Rafael Coxcatlán. El extracto metanólico tiene actividad antibacteriana y antifúngica<sup>42</sup>. Además, tiene efecto antiinflamatorio en ratas al reducir el edema plantar provocado por la carragenina. Posee una marcada actividad antioxidante (CA<sub>50</sub> 3.05 µg/mL). Las propiedades biológicas se pueden atribuir a los compuestos fenólicos (fenilpropanoides, flavonoides y taninos hidrolizables) que constituyen el 50% del extracto<sup>42,43</sup>. Aunado a lo anterior, se determinó, mediante perfiles cromatográficos, que la composición química de las hojas, ramas y corteza es diferente en cuanto a los compuestos producidos, así como en la concentración de los mismos, de acuerdo a la época del año<sup>44</sup>.

*Psittacanthus calyculatus* es empleada como remedio para la diabetes y la hipertensión. Ésta es una planta hemiparásita que crece en los árboles de mezquite (*Prosopis laevigata*) del Valle. Debido a lo anterior, se realizaron experimentos agudos y semicrónicos en ratas diabéticas inducidas con estreptozotocina en los cuales se determinó el potencial hipoglucemiante del extracto metanólico. Además, se comprobó que el extracto no induce alteraciones cromosómicas<sup>45</sup>. Otros grupos de investigación han demostrado el potencial anti-cáncer del extracto metanólico de esta planta en células de nasocarcinoma humano<sup>46</sup>; mientras que el extracto etanólico posee actividad sobre la presión sanguínea, mediante un doble efecto sobre el endotelio vascular, por un lado estimula la liberación de

mediadores de la vasoconstricción, y por el otro, promoviendo la síntesis y liberación de óxido nítrico<sup>47</sup>.

## CONCLUSIONES

Los estudios farmacognósicos realizados por nuestro grupo confirman los usos para el tratamiento de algunas enfermedades, que les dan a estas plantas medicinales los habitantes del Valle de Tehuacán-Cuicatlán en Puebla. Asimismo, los análisis fitoquímicos, además de contribuir al conocimiento de cada una de las especies, correlacionan la actividad biológica con la composición química de las plantas estudiadas.

## AGRADECIMIENTOS

Los resultados aquí referidos fueron obtenidos gracias al apoyo de Kew Royal Botanic Gardens, principalmente a través del proyecto MGU-Useful Plants Project México recibido entre 2007 y 2014.

## REFERENCIAS

- Hernández, T. *et al.* Ethnobotany and antibacterial activity of some plants used in traditional medicine of Zapotitlán de las Salinas, Puebla (México). *J. Ethnopharmacol.* **88**(2-3): 181-188 (2003).
- Canales, M. *et al.* Informant consensus factor and antibacterial activity of the medicinal plants used by the people of San Rafael Coxcatlán, Puebla, México. *J. Ethnopharmacol.* **97**(3), 429-439 (2005).
- Vanden Berghe, D.A. & Vlietinck, A.J. in *Methods in Plant Biochemistry Assays for Bioactivity* (ed. Dey, P.M., Harborne, J.B., & Hostettman, K.) 47-69 (Academic Press, San Diego, 1991).
- Wang, H. & Bun, B.N. Isolation of an antifungal thaumatin-like protein from kiwi fruits. *Phytochemistry* **61**, 1-6 (2002).
- Christoph, F., Kaulfers, P.M. & Sthal-Biskup, E. A comparative study of the in vitro antimicrobial activity of tea tree oils with special reference to the activity of  $\beta$ -triketones. *Planta Med.* **66**, 556-560 (2000).
- Villaño, D., Fernández-Pachón, M.S., Moyá, M.L., Troncoso, A.M., & García-Parrilla, M.C. Radical scavenging ability of polyphenolic compounds towards DPPH• free radical. *Talanta* **71**, 230-235 (2007).
- Ávila Acevedo, J.G. *et al.* Photoprotective activity of *Buddleja scordioides*. *Fitoterapia* **76** (3-4), 301-309 (2005).
- García-Bores, A.M. *et al.* Photoprotective activity of *Yucca periculosa* polyphenols. *BLACPMA* **9**, 100-108 (2010).
- Vázquez, B., Ávila, G., Segura, D. & Escalante, B. Antiinflammatory activity of extracts from *Aloe vera* gel. *J. Ethnopharmacol.* **55**, 69-75 (1996).
- Pascual, M.E., Slowing, K., Carretero, E., Sánchez Mata, D. & Villar, A. *Lippia*: traditional uses, chemistry and pharmacology: a review. *J. Ethnopharmacol.* **76**, 201-214 (2001).
- Hernández, T. *et al.* Antibacterial activity, essential oil, gastrointestinal diseases, *Lippia graveolens*. *BLACPMA.* **8**, 295-300 (2009).
- Hernández, T. *et al.* Antifungal activity of the essential oils of two Verbenaceae: *Lantana achyranthifolia* and *Lippia graveolens* of Zapotitlán de las Salinas, Puebla (México). *BLACPMA.* **7** (4), 203-207 (2008).

13. Reyna-Campos, A. Estudio de las propiedades antioxidantes de algunas plantas utilizadas en la medicina tradicional del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. 65 págs. (2015).
14. Hernández, T. et al. Variation in the hexanic extract composition of *Lippia graveolens* in an arid zone from México: Environmental influence or true chemotypes? *The Open Plant Science Journal* **3**, 29-34 (2009).
15. Lin, L., Mukhopadhyay, S., Robbins, R.J. & Harnly, J.H. Identification and quantification of flavonoids of Mexican oregano (*Lippia graveolens*) by LC-DAD-ESI/MS analysis. *J Food Compost Anal* **20**, 361-369 (2007).
16. Hernández, T. et al. Composition and antibacterial activity of essential oil of *Lantana achyranthifolia* Desf. (Verbenaceae). *J. Ethnopharmacol.* **96** (3), 551-554 (2005).
17. Bakkali, F., Averbeck, S. & Averbeck, D. Idaomar M. Biological effects of essential oils – A review. *Food Chem. Toxicol.* **46**, 446-475 (2008).
18. Chharba, S.C., Mahunnah, R.L.A. & Mshiu, E.N. Plants used in traditional medicine in eastern Tanzania. VI. Angiosperms (Sapotaceae to Zingiberaceae). *J. Ethnopharmacol.* **39**, 83-103 (1993).
19. Méndez Coronel, X.G. Actividad antibacteriana y antifúngica de *Lantana camara*. Tesis de Licenciatura en Biología, FES-Iztacala, UNAM, 51 págs. (2013).
20. Zoubiri, S. & Baaliouamer, A. GC and GC/MS analyses of the Algerian *Lantana camara* leaf essential oil: Effect against *Sitophilus granarius* adults. *J. Saudi Chem. Soc.* **16**, 291-297 (2012).
21. Sousa, E., Miranda, C., Nobre, C., Boligon, A. & Margareth, L. Phytochemical analysis and antioxidant activities of *Lantana camara* and *Lantana montevidensis* extracts. *Ind. Crops. Prod.* **2015** **70**, 7–15 (2015).
22. Pour, B.M., & Sasidharan, S. *In vivo* toxicity study of *Lantana camara*. *Asian Pac. J. Trop. Biomed.* **1**, 230-232 (2011).
23. Bevilacqua, A., Suffredini, I., Romoff, P., Lago, J. & Bernardi, M. Toxicity of apolar and polar *Lantana camara* L. crude extracts in mice. *Res. Vet. Sci.* **90**, 106-115 (2011).
24. Ioset, J., Marston, A., Gupta, M. & Hostettmann, K. Antifungal and larvicidal cordiaquinones from the roots of *Cordia curassavica*. *Phytochemistry* **53**, 613-617 (2000).
25. Hernández, T. et al. Antimicrobial activity of the essential oil and extracts of *Cordia curassavica* (Boraginaceae). *J. Ethnopharmacol.* **111**(1), 137-141 (2007).
26. Hernández, D. et al. Temporal variation of chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Cordia curassavica* (Jacq.) Roemer and Schultes: Boraginaceae. *BLACPMA.* **13**(1), 100-108 (2014).
27. Ordóñez Rojas, A. Contribución al conocimiento fitoquímico de *Cordia curassavica* (Jacq) Roemer y Schultes, del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla. Tesis de Licenciatura en Biología, FES-Iztacala, UNAM. 74 págs. (2015).
28. Yajima, A., Saitou, F., Sekimoto, M., Maetoko, S. & Yabuta, G. Synthesis and absolute configuration of cordiaquinone K, antifungal and larvicidal meroterpenoid isolated from the Panamanian plant, *Cordia curassavica*. *Tetrahedron Lett.* **44**, 6915–6918 (2003).
29. Feng, P.C., Haynes, L.J., Magnus, K.E., Plimmer, J.R. & Sherratt, H.S. Pharmacological screening of some west indian medicinal plants. *J. Pharm. Pharmacol.* **14**, 556-561 (1962).
30. Souza da Silva, S. et al. Flavonoids from *Cordia globosa*. *Biochem. Syst. Ecol.* **32**, 359–361 (2004).
31. Miguel Espejel, I.M. Actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Cordia globosa* (Jacq.) Kunth. Tesis de Licenciatura en Biología, FES-Iztacala, UNAM, 74 págs. (2010).
32. Alvarado Zavaleta, G. Actividad antimicrobiana, antioxidante y toxicidad general de *Cordia globosa*. Tesis de Licenciatura en Biología, FES-Iztacala, UNAM, 65 págs. (2013).
33. Pichardo, A. et al. Antimicrobial activity of *Caesalpinia melanadenia* (Rose) Standl (Fabaceae). *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* **2**, 186-193 (2013).
34. Maldonado, E., Segura, C.R., Ortega, A., Calderón, J.S., & Fronczek, F.R. Ent-labdane and neo-clerodane diterpenes from *Gymnosperma glutinosum*. *Phytochemistry* **35**, 721-724 (1994).
35. Martínez, R., Calderón, J.S., Toscano, R.A., Valle-Aguilera, L., & Mendoza-Candelaria, H. Ent-neoclerodane diterpenes from *Gymnosperma glutinosum*. *Phytochemistry* **35**, 1505-1507 (1994).
36. Yu, S., Fang, N. & Mabry, T.J. Flavonoids from *Gymnosperma glutinosum*. *Phytochemistry* **27**, 171-177 (1988).
37. Canales, M.M. et al. Antimicrobial and general toxicity activities of *Gymnosperma glutinosum*: comparative study. *J. Ethnopharmacol.* **110**, 343-347 (2007).
38. Serrano, P.R. et al. Ent-Labdane type diterpene with antifungal activity from *Gymnosperma glutinosum* (Spreng.) Less. (Asteraceae). *BLACPMA* **8**, 412-418 (2009).
39. Serrano Parrales, R. Variación espacio temporal de metabolitos con actividad antifúngica de *Gymnosperma glutinosum* (Spreng.) Less. (Asteraceae), del Valle de Zapotitlán Salinas, Puebla. Tesis de Maestría, FES-Iztacala, UNAM, 112 págs. (2007).
40. Torres, P. et al. Antioxidant and insect growth regulatory activities of stilbenes and extracts from *Yucca periculosa*. *Phytochemistry* **64**, 463-473 (2003).
41. Allende Sánchez, L. Actividad antibacteriana y antifúngica de la corteza de *Yucca periculosa* Baker (Izote), de la localidad de Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Tesis de Licenciatura en Biología, FES-Iztacala, UNAM, 77 págs. (2007).
42. Serrano Parrales, R. Efecto cicatrizante de *Bursera morelensis* Ramírez (Burseraceae), de San Rafael, Coxcatlán, Puebla. Tesis de Doctorado. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, 138 págs. (2013).
43. Serrano Parrales, R. et al. Anti-inflammatory, analgesic and antioxidant properties of *Bursera morelensis* bark from San Rafael, Coxcatlán, Puebla (México): Implications for cutaneous wound healing. *J. Med. Plants. Res.* **6**, 5609-5615 (2012).
44. Nolasco Ontiveros, E. Análisis de la variación temporal de los principales metabolitos secundarios presentes en *Bursera morelensis* (Ramírez). Tesis de Licenciatura en Biología, FES-Iztacala, UNAM, 79 págs. (2014).
45. Ávila-Acevedo, J.G. et al. Antihyperglycemic effect and genotoxicity of *Psittacanthus calyculatus* extract in streptozotocin-induced diabetic rats. *BLACPMA* **11**, 345-353 (2012).
46. Alonso-Castro, A.A. et al. Mexican medicinal plants used for cancer treatment: Pharmacological, phytochemical and ethnobotanical studies. *J. Ethnopharmacol.* **133**, 945–972 (2011).
47. Rodríguez-Cruz, M.E. et al. Endothelium-dependent effects of the ethanolic extract of the mistletoe *Psittacanthus calyculatus* on the vasomotor responses of rat aortic rings. *J. Ethnopharmacol.* **86**, 213–218 (2003).