



**TLATEMOANI**  
**Revista Académica de Investigación**  
Editada por Eumed.net  
No. 24 – Abril 2017  
España  
ISSN: 19899300  
[revista.tlatemoani@uaslp.mx](mailto:revista.tlatemoani@uaslp.mx)

Fecha de recepción: 14 de febrero de 2016  
Fecha de aceptación: 16 de marzo de 2017

## **ANÁLISIS FITOQUÍMICO: UNA HERRAMIENTA PARA DEVELAR EL POTENCIAL BIOLÓGICO Y FARMACOLÓGICO DE LAS PLANTAS**

**Guillermo Castillo Olvera**  
**Diana Zavala Cuevas**

[zacue@uaslp.mx](mailto:zacue@uaslp.mx)

**María Luisa Carrillo Inungaray**

[maluisa@uaslp.mx](mailto:maluisa@uaslp.mx)

Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Huasteca  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

### **RESUMEN**

El tamiz fitoquímico es una herramienta en la investigación del potencial biológico y farmacológico que poseen las plantas. En este trabajo se describe la forma en que se puede llevar a cabo el estudio de los compuestos químicos presentes en las plantas a partir de la identificación de los grupos químicos específicos para cada molécula bioactiva; se hace especial énfasis en el tamiz fitoquímico y en las estructuras y generalidades de grupo químico de interés biológico.

**PALABRAS CLAVE:**

Tamiz fitoquímico, cromatografía, espectrometría de masas

**ABSTRACT**

The phytochemical sieve is a tool in the investigation of the biological and pharmacological potential that plants possess. In this paper we describe the way in which the study of the chemical compounds present in the plants can be carried out from the identification of the specific chemical groups for each bioactive molecule; special emphasis is placed on the phytochemical sieve and on the structures and generalities of a chemical group of biological interest.

**KEY WORDS:**

Phytochemical sieve, chromatography, mass spectrometry

**I.-INTRODUCCIÓN**

Las plantas producen un amplio espectro de metabolitos secundarios, los cuales participan en sus mecanismos de defensa contra la depredación por microorganismos, insectos y herbívoros. Estos metabolitos son compuestos que no se asocian directamente a los procesos de crecimiento y desarrollo, sino que le confieren a las plantas propiedades biológicas. El estudio de estas propiedades ha sido el punto de partida para la búsqueda de nuevos fármacos, antibióticos, insecticidas y herbicidas (Croteau *et al.*, 2000; Heinrich *et al.*, 2004). El tipo de compuestos con actividad biológica detectados en plantas puede verse afectado por varios factores, entre ellos, la técnica usada para obtener el extracto y el tipo de solvente empleado para la reconstitución del mismo. Existe una diversidad de técnicas que se usan para elucidar la naturaleza química de los metabolitos antes mencionados, que van desde los llamados análisis de *screening* (análisis preliminar) o tamiz fitoquímico, hasta los más avanzados, que utilizan equipos muy específicos. En el presente trabajo se revisan los fundamentos de estas metodologías, así como la descripción de los principales metabolitos que pueden encontrarse en las plantas.

## **I.II.-ANÁLISIS FITOQUÍMICO**

La fitoquímica comprende el estudio de metabolitos secundarios presentes en especies vegetales, los cuales pueden ser fenoles y polifenoles, quinonas, flavonas y flavonoides, taninos, cumarinas, terpenoides y aceites esenciales, alcaloides, lectinas y polipéptidos, glucósidos y saponinas (Prashant *et al.*, 2011), así como esteroides y xantonas. Para conocer el tipo de compuestos presentes en las plantas pueden usarse diferentes técnicas, tales como el tradicional tamizaje fitoquímico, cromatografía de gases, cromatografía de capa delgada, cromatografía de líquidos de alta resolución, espectrofotometría de masas, espectrofotometría infrarrojo, entre otras (Lock, 1988).

### **I.III.-Tamiz fitoquímico**

Aunque en la actualidad existen técnicas avanzadas para determinar la naturaleza química de los metabolitos de las plantas, los ensayos fitoquímicos tradicionales aún constituyen una forma confiable de realizar un análisis cualitativo de los extractos, ya que arrojan información preliminar acerca de su composición. Cuando se investigan muchos extractos de plantas, esto constituye una ventaja ya que permite descartar todas aquellas especies que no tienen potencial para ser utilizadas para algún beneficio farmacológico, quedando solamente las que sí lo tienen. El tamiz fitoquímico consiste en la obtención de extractos de plantas con solventes apropiados, tales como agua, acetona, alcohol, cloroformo y éter. Otro solvente, el diclorometano, se usa específicamente para la extracción de terpenoides (Prashant *et al.*, 2011). Posterior a la extracción, se llevan a cabo reacciones de coloración (Tabla 1), las cuales son reacciones sensibles, reproducibles y de bajo costo. Algunas de las reacciones evalúan grupos de sustancias y otros la presencia de otros compuestos como ácidos grasos, azúcares reductores, polisacáridos y mucílagos (Sharapin, 2000).

## ANÁLISIS FITOQUÍMICO: UNA HERRAMIENTA PARA DEVELAR EL POTENCIAL BIOLÓGICO Y FARMACOLÓGICO DE LAS PLANTAS

Los resultados de las reacciones son reportados como (+) o (-) para el metabolito de que se trate.

**Tabla 1. Reacciones de identificación de metabolitos o grupos de metabolitos secundarios de las plantas**

<i>Metabolito o grupo</i>	<i>Reacciones</i>
<i>Alcaloides</i>	Mayer, Wagner, Dragendorff, Hager
<i>Carbohidratos</i>	Molisch
<i>Azúcares reductores</i>	Benedict y Fehling
<i>Glucósidos antraquinónicos</i>	Borntrager modificada
<i>Glucósidos cardiotónicos</i>	Legal
<i>Saponinas</i>	Formación de espuma
<i>Fitoesteroles</i>	Salkowski (triterpenos), Liebermann-Burchard (fitoesteroles en general)
<i>Fenoles</i>	Cloruro férrico
<i>Taninos</i>	Con gelatina
<i>Flavonoides</i>	Con hidróxido de sodio y con acetato de plomo
<i>Proteínas</i>	Xantoproteica
<i>Aminoácidos</i>	Con ninhidrina
<i>Diterpenos</i>	Con acetato de cobre

Fuente: Datos tomados de Prashant *et al.*, 2011.

Algunos trabajos recientes en donde se ha utilizado el tamizaje fitoquímico para diversos fines se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 2. Trabajos recientes en donde se utilizó el tamiz fitoquímico.**

Autores, año	Objetivo del trabajo
Ali <i>et al.</i> , 2017	Probar la posible actividad antioxidante y antipirética del extracto crudo de partes aéreas de <i>Rubus ulmifolius</i> , y del extracto rico en flavonoides de la misma planta.
Ernawita <i>et al.</i> , 2017	Corroborar los resultados de un trabajo previo, en donde se encontraron efectos antidiabéticos, antioxidantes y antibacteriales de carotenoides, ácidos fenólicos y flavonoides contenidos en extractos de varios cítricos.
Muema <i>et al.</i> , 2016	Ensayar la toxicidad del extracto metanólico crudo de hojas de <i>A. Conyzoides</i> , así como su efecto en la disrupción del crecimiento de larvas de <i>Anopheles gambiae</i> sensu stricto y <i>An. Arabiensis</i> ,

#### **I.IV.-Cromatografía**

La cromatografía es un método físico de separación en el cual los componentes se distribuyen en dos fases, una constituye la fase estacionaria y la otra es un fluido que pasa a través o a lo largo de la fase estacionaria. La fase móvil puede ser un gas, un líquido o un fluido súper crítico que se usa como portador de la mezcla, y la fase estacionaria puede ser un sólido o un líquido dispuesto sobre un sólido que actúa como soporte, de gran área superficial (Harris, 2003).

#### **I.V.-Cromatografía de gases**

En la cromatografía de gases se hace pasar el analito en forma gaseosa a través de una columna, arrastrado por una fase móvil gaseosa, llamado gas portador. La fase estacionaria es un líquido no volátil que recubre la pared interior de la columna, que es un soporte sólido; en la cromatografía gas-sólido de absorción, el analito se absorbe directamente sobre las partículas sólidas de la fase estacionaria.

En la cromatografía de gases la muestra de un líquido volátil o de un gas se inyecta a través de un septo, en un inyector caliente, donde en el interior se evapora rápidamente. El vapor es arrastrado a través de la columna por el gas portador, puede ser He, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> y los analitos después de separados llegan al detector, cuya respuesta aparece en la pantalla de una computadora; la columna debe de estar suficientemente caliente para que los analitos alcancen la presión adecuada y eluyan en un tiempo razonable, el detector se mantiene en una temperatura más elevada que la columna, de forma que los analitos se encuentren en forma gaseosa (Harris, 2003). Los resultados pueden ser derivados a una impresora, obteniéndose un gráfico llamado cromatograma, con varios picos que corresponden cada uno a los componentes de la muestra. En dicho cromatograma, según el tiempo de retención y el área bajo el pico, se determina la naturaleza y concentración del analito por medio de una biblioteca almacenada en el equipo (Skoog, 2003).

### **I.VI.-Cromatografía en capa delgada**

La cromatografía en capa fina consiste en la separación de los componentes de una mezcla a través de la migración diferencial sobre una capa fina de adsorbente, retenida sobre la superficie plana. La muestra que va a ser analizada se aplica por medio de un tubo capilar sobre la superficie adsorbente inerte (sílica, alúmina, etc.) distribuida uniformemente. Es una técnica importante ya que permite proporcionar información sobre la homogeneidad de los componentes químicos del producto y garantizar que las sustancias responsables de la actividad farmacológica estén presentes (Sharapin, 2000).

### **I.VII.-Cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC)**

La cromatografía líquida de alta resolución o *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC), es una técnica utilizada para separar los componentes de una mezcla basándose en diferentes tipos de interacciones químicas entre las sustancias analizadas y la columna cromatográfica. Utilizada por su sensibilidad, fácil adaptación a las determinaciones cuantitativas exactas, su idoneidad para la separación de especies no volátiles termolábiles y su aplicación a sustancias de primordial interés industrial, como son los aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, hidrocarburos, carbohidratos entre otros.

En la HPLC el compuesto pasa por la columna cromatográfica a través de la fase estacionaria (un cilindro con pequeñas partículas redondeadas con ciertas características químicas en su superficie) mediante el bombeo de líquido a alta presión, la muestra se introduce en pequeñas cantidades y sus componentes se retrasan diferencialmente dependiendo de la interacción química y física con la fase estacionaria a medida que avanza por la columna. El grado de la retención depende de la naturaleza del compuesto y de la composición de las fases estacionaria móvil; el tiempo que tarda el compuesto para eluirse de la columna es

## **ANÁLISIS FITOQUÍMICO: UNA HERRAMIENTA PARA DEVELAR EL POTENCIAL BIOLÓGICO Y FARMACOLÓGICO DE LAS PLANTAS**

llamado tiempo de retención y se considera una propiedad identificativa, los disolventes más utilizados son el agua, el metanol y el acetonitrilo (Scott, 1995).

### **I.VIII.-Espectrometría de masas**

La espectrometría de masas (MS) es una técnica analítica que proporciona información tanto cualitativa (estructura) como cuantitativa (masa molecular o concentración), de las moléculas analizadas previamente convertidas en iones. Las moléculas de interés forman parte de una mezcla heterogénea que no requiere necesariamente una separación previa. Las mezclas se someten a una fuente de ionización, en donde se ionizan adquiriendo carga negativa o positiva, utilizando el movimiento de iones en campos eléctricos y magnéticos para clasificarlos de acuerdo a su relación masa – carga. Los instrumentos usados en estos estudios se llaman espectrofotómetros de masas y se basan en el principio de que los iones pueden ser desviados a campos magnéticos, los cuales brindan información cualitativa y cuantitativa acerca de la composición atómica y molecular de materiales orgánicos e inorgánicos (Cocho, 2007).

### **I.IX.-Infrarrojo cercano**

La espectroscopia infrarroja es ampliamente usada en investigación y en la industria. La porción infrarrojo del espectro electromagnético se divide en tres regiones; el infrarrojo cercano, medio, y lejano, nombrados así por su relación con el espectro visible. El infrarrojo lejano ( $400\text{-}10\text{ cm}^{-1}$ ) se encuentra adyacente a la región de microondas, posee una baja energía y puede usarse en espectroscopia rotacional. El infrarrojo medio ( $4000\text{-}400\text{ cm}^{-1}$ ) puede usarse para estudiar las vibraciones fundamentales y la estructura rotacional vibracional, mientras que el infrarrojo cercano ( $14000\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$ ) puede excitar vibraciones armónicas (Sherman, 2008).

## **ANÁLISIS FITOQUÍMICO: UNA HERRAMIENTA PARA DEVELAR EL POTENCIAL BIOLÓGICO Y FARMACOLÓGICO DE LAS PLANTAS**

La región del infrarrojo cercano, 0.75 a 3  $\mu$ , contiene los sobretonos de las frecuencias fundamentales de tensión, y varias bandas de combinación, que aparecen en la región infrarroja. La intensidad decrece rápidamente cuando se incrementa el orden del sobretono y así solo el primero y el segundo son correctamente visibles, de esta manera limita los grupos funcionales que darán lugar a picos en la región infrarroja cercana de grupos tipo X-H, por ejemplo C-H, N-H, S-H, etc., y de carbonilo. Los espectrofotómetros de infrarrojo cercano proporcionan una resolución de aproximadamente 5 Å, permitiendo determinar posiciones de bandas a  $\pm 0.001\mu$  (Pasto, 2003).

### **II.-Compuestos fitoquímicos**

Los compuestos presentes en una planta pueden ser muy diversos, pero para su análisis fitoquímico se agrupan en alcaloides, carbohidratos, glucósidos, saponinas, flavonoides, esteroides, fenoles, taninos, cumarinas, diterpenos, proteínas y quinonas, entre otros. A continuación se describen algunos de ellos.

#### **II.I.-Alcaloides**

Los alcaloides abundan en los tejidos de intensa actividad celular, hojas, raíces, semillas, pero hay variaciones de acuerdo a su concentración y naturaleza. Este grupo de biomoléculas se caracteriza porque tiene nitrógeno en su estructura y contiene uno o más átomos de nitrógeno en un anillo heterocíclico (Figura 1). Son derivados de aminoácidos y manifiestan una significativa actividad farmacológica (Martínez *et al.*, 2008; García, 2011).

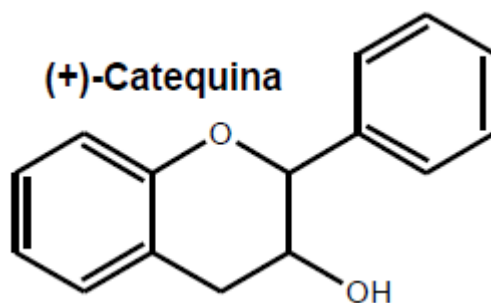




Figura 1. Estructura química de la nicotina, un alcaloide.

## II.II.-Flavonoides

Los flavonoides son compuestos polifenólicos con quince átomos de carbono cuya estructura consta de dos anillos de benceno unidos por una cadena lineal de tres carbonos. El esqueleto se representa por el sistema C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>, en el cual tienen dos anillos aromáticos llamados A y B que están unidos por una unidad de tres carbonos que pueden formar un tercer anillo (Figura 2). Se encuentran generalmente en mezclas como agliconas y glicósidos, siendo las más comunes las flavonas y flavonoles, y más restringidas las isoflavonas, las chalconas y auronas, algunos de ellos como la quercitina son más activos que otros (Lock,



1988).

Figura 2. Estructura química de la catequina, un flavonoide.

### II.III.-Esteroles

Los esteroides son compuestos cuya estructura presenta el sistema anular del ciclohexano perhidrofenantreno, metilos en los carbonos 10 y 13 y un radical lineal en el carbono 17 (Figura 3) (Martínez *et al.* 2008). Se clasifican en fitoesteroides y fitoestanoles, presentan una estructura semejante al colesterol de origen vegetal, considerados triterpenos insaturados, los más comunes son los  $\beta$ -sitosteroides, campesterol, estigmasterol; éstos pueden transformarse en ácidos grasos, ácidos fenólicos y hexosas; los fitoestanoles tienen un anillo sencillo (enlaces tipo  $\sigma$ ) y son menos abundantes en la naturaleza (Drago-Serrano, *et al.*, 2006).

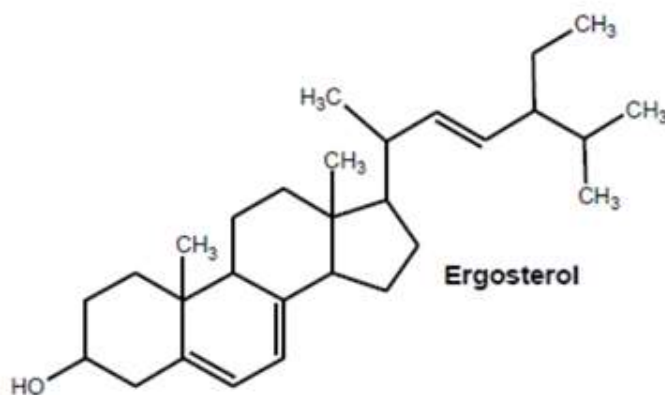


Figura 3. Estructura química del ergosterol, un fitoesterol.

### II.IV.-Saponinas

Son un grupo de glicósidos solubles en agua que tienen las propiedades de hemolizar la sangre y disminuir la tensión superficial del agua formando espuma abundante. Las saponinas por hidrólisis se desdoblan en carbohidratos y una aglicona llamada sapogenina, puede tener el sistema anular esteroidal de un triterpeno pentacíclico. Los anillos E y F de la saponina esteroidal conforman el llamado sistema espirostanal. El enlace glicósidico siempre se forma con el

## ANÁLISIS FITOQUÍMICO: UNA HERRAMIENTA PARA DEVELAR EL POTENCIAL BIOLÓGICO Y FARMACOLÓGICO DE LAS PLANTAS

oxígeno del carbono 3 (Martínez *et al.*, 2008). La Figura 4 muestra un ejemplo de una saponina (diosgenina).

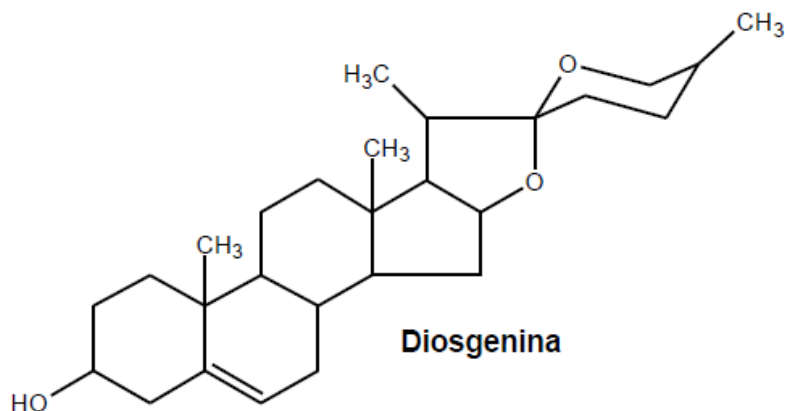


Figura 4. Estructura química de la diosgenina, una saponina.

### II.V.-Sesquiterpenlactonas

Son sustancias amargas que se encuentran en todas partes de las plantas, se derivan de los sesquiterpenos, compuestos lactónicos que se clasifican con base en su esqueleto carbocíclico como germacranólidos (Figura 5), guaianólidos, eudesmanólidos y pseudo-guaianólidos entre otros (el sufijo ólido se refiere a la función lactona) (Lock, 1988).

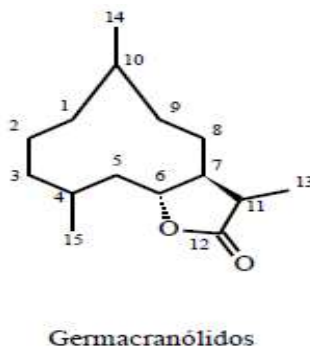


Figura 5. Estructura química de los germacranólidos.

## II.VI.-Cumarinas

Son compuestos derivados de la benzo- $\alpha$ -pirona, como la cumarina (Figura 6) , la esculetina, umbeliferona y la escopoletina, son un grupo muy amplio de principios activos fenólicos y tienen en común la estructura química de 1-benzopiran-2-ona, se caracterizan porque presentan fluorescencia bajo la luz ultravioleta a 365 nm (Martínez *et al.*, 2008).

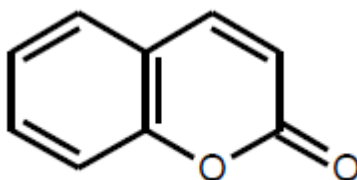


Figura 6. Estructura química general de las cumarinas.

## II.VII.-Quinonas

Son dicetonas cíclicas insaturadas que por reducción se convierten en polifenoles, siendo reversible esta reacción. Derivan su nombre de la p-benzoquinona como producto de oxidación del ácido quínico. Se pueden clasificar de acuerdo al sistema aromático en benzoquinonas, naftoquinonas, antraquinonas (Figura 7) y fenantraquinonas.

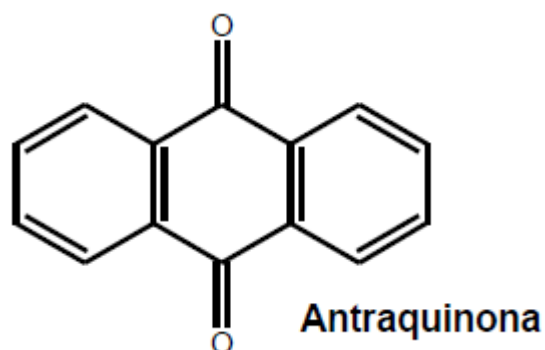


Figura 7. Estructura química de la antraquinona.

## II.VIII.-Taninos

Se encuentran en las hojas, ramas y debajo de la corteza; químicamente son polímeros de polifenoles, sustancias con alto peso molecular. Se clasifican en taninos hidrosolubles, que son ésteres fácilmente hidrolizables formados por una molécula de azúcar unida a un variable de moléculas de ácidos fenólicos; y los taninos no hidrosolubles que tienen una estructura química similar a la de los flavonoides, por hidrólisis dan azúcar y ácido elágico (Figura 8), algunos son conocidos como pro-antocinidinas porque por hidrólisis ácida producen antocinidinas y leucocinidinas (Martínez *et al.*, 2008).

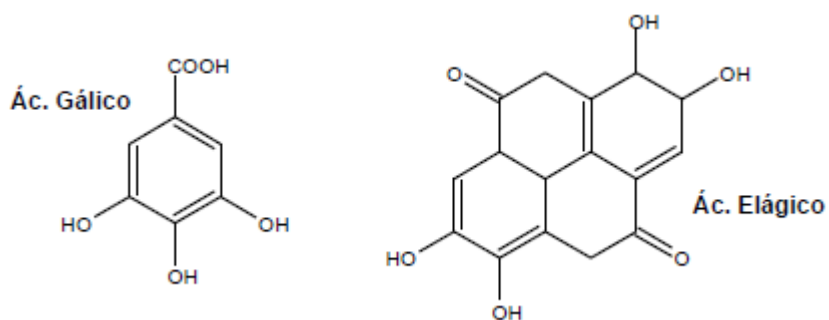


Figura 8. Estructura química de los taninos: ácido gálico y ácido elágico.

### **III.-CONCLUSIÓN**

Sin duda, las herramientas de que dispone el hombre para la elucidación de la composición química de las plantas, se han ido perfeccionando a través de los años. Incluso, es posible la combinación de algunas de ellas con el fin de afinar los resultados. Aún con ello, estas metodologías tienen su base en las reacciones químicas de identificación (tamiz fitoquímico), las cuales siguen siendo de mucha utilidad en la investigación del potencial biológico y farmacológico que poseen las plantas. Como el número de especies de plantas es muy grande y se estima que muchas de ellas aún no han sido estudiadas, hay mucho por hacer en este campo.

### **IV.-BIBLIOGRAFIA**

Ali, N., Shaoib, M., Shah, S.W.A., Shah, I. and Shuaib, M. (2017). Pharmacological profile of the aerial parts of *Rubus ulmifolius* Schott. *BMC Complementary and Alternative Medicine* (2017) 17:59. DOI 10.1186/s12906-017-1564-z

Cocho, D. J. ( 2007). Desarrollo de un método por espectrometría de masas en tándem para la determinación de acilcarnitinas y la detección neonatal de alteraciones del metabolismo de ácidos orgánicos y ácidos grasos. Universidad de Santiago de Compostela, 27-28.

Croteau, R., Kutchan, T.M., and Lewis, N.G. (2000). Natural products (Secondary metabolites). pp. 1250-1318. In: B. Buchanan., W. Grissem., and R. Jones R. (eds.). *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*. Vol. 24. American Society of Plant Physiologists. Maryland, USA. 1367 p

## ANÁLISIS FITOQUÍMICO: UNA HERRAMIENTA PARA DEVELAR EL POTENCIAL BIOLÓGICO Y FARMACOLÓGICO DE LAS PLANTAS

Drago-Serrano, M.E., López-López, M. y Sáinz-Espuñes, T.R. (2006). Componentes bioactivos de alimentos funcionales de origen vegetal. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*. 37(4): 58-68.

Ernawita, Wahyuono, R.A., Hesse, J., Hipler, U-C., Elsner, P. and Böhm, V. (2017). In Vitro Lipophilic Antioxidant Capacity, Antidiabetic and Antibacterial Activity of Citrus Fruits Extracts from Aceh, Indonesia. *Antioxidants*. 6, 11; doi:10.3390/antiox6010011

Garcia, P. J. (2011 ). Evaluacion De Las Propiedades Acaricidas De Piper crassinervium Kunth. Piper aequale Vahl. (Piperaceae) Sobre Larvas de Rhipicephalus (Boophilus) microplus. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, 34-35.

Harris, C. D. (2003 ). Análisis químico cuantitativo. Reverte. Barcelona.

Heinrich, M., Bames, J., Gibbons, S., y Williamson, E. (2004). Phytotherapy and pharmacognosy. In *Fundamentals of pharmacognosy and phytotherapy*. Edinburgh, GB, Churchill Livingstone., 4-21.

Lock, D. U. ( 1988). "Investigación Fitoquímica" Métodos En El Estudio De Productos Naturales. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Martinez, M. A., Valencia, P. A. G., Jimenez, U. N. (2008). Manual de prácticas de laboratorio de farmacognosia y fitoquímica. Universidad de Antioquia. Facultad de Química Farmacéutica. Medellín.

Morantes, J. C. (2007). Análisis fitoquímico y de actividad biológica del musgo *Polytrichum juniperinum*. *Rev. Acad. Colombia. Ciencia.*, 473-479.

Muema, J.M, Njeru, S.N., Colombier, C. and Marubu, R. M. (2016). Methanolic extract of *Agerantum conyzoides* exhibited toxicity and growth disruption activities against *Anopheles gambiae sensu stricto* and *Anopheles arabiensis* larvae. *BMC Complementary and Alternative Medicine* (2016) 16:475. DOI 10.1186/s12906-016-1464-7

## ANÁLISIS FITOQUÍMICO: UNA HERRAMIENTA PARA DEVELAR EL POTENCIAL BIOLÓGICO Y FARMACOLÓGICO DE LAS PLANTAS

Pasto, J. J. (2003). Determinación de estructuras orgánicas. Reverte. España. Reverte.

Prashant, T., Bimlesh, K., Mandeep, K., Gurpreet, K. and Harleen, K. (2011). Phytochemical Screening and Extraction: a Review. Internationale Pharmaceutica Scientia. (1) 1: 98-106.

Scott, R. P. (1995.). Techniques and Practice of Chromatographic. Chromatographic Science Series. Marcel Dekker., Vol. 70 USA. .

Sharapin, N. (2000). Fundamentos de la tecnología de productos fitoterapéuticos. Colombia : Roberto pinzón.

Sherman, C. (2008). Infrared Spectroscopy. Handbook of Instrumental Techniques for Analytical Chemistry, 257-283.

Skoog, D.A., West, D.M. y Holler, F.J. 2003. Fundamentos de Química Analítica. 7a. ed. Reverté. España.