

## Técnicas de extracción, constituyentes volátiles, y ensayos biológicos de los aceites esenciales de algunas especies de pasifloras en Colombia

Briand André Rojas Castaño<sup>1</sup>

Luis Javier Narváez Zamora<sup>2</sup>

Jhon Fredy Castañeda-Gómez<sup>3</sup>

### Resumen

Los aceites esenciales (AE) son mezclas complejas, producto del metabolismo secundario de las plantas, que pueden contener una cantidad de más de 100 sustancias, tales como: terpenos, alcoholes, ésteres, cetonas y otras funciones químicas que resultan de gran interés biológico. En Colombia, se registra el mayor número de especies del género *Passiflora*, cuyos metabolitos aislados sugieren una amplia gama de usos y aplicaciones en el sector salud, alimentos, cosmética y farmacéutica. Debido a los escasos estudios que se han realizado hasta la fecha, se hace una discusión en este artículo sobre algunas investigaciones fitoquímicas a nivel nacional y regional de los aceites esenciales, las diferentes técnicas de extracción, composición química y ensayos biológicos para conocer el potencial farmacéutico, especialmente antimicrobiano de este tipo de sustancias químicas.

**Palabras Clave:** Aceites esenciales, pasifloras, antimicrobianos.

### Abstract

*Essential oils are complex mixtures, a product of the secondary metabolism of plants, these mixtures can contain a quantity of more than 100 substances such as terpenes, alcohols, esters, ketones, and other chemical functions that are of great biological interest. Considering that Colombia is the country with the greatest diversity of species of the genus Passiflora in its wild and cultivated forms, also that the metabolites found suggest a wide range of uses and applications of interest in the health, food, cosmetic sector, pharmaceutical industry and that there are few studies that have been carried out to date, it is proposed to run a review in this article some phytochemical investigations at national and regional level on essential oils, the different extraction techniques, analyzes by chemical composition, some factors that can influence yields and different applications in biological tests that can potentially be determined in these plants.*

**Keywords:** Essential oils, passiflora, antimicrobia.

### Introducción

En el Huila se cultivan especies de pasifloras muy importantes para el sector frutícola de Colombia, principalmente el Maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener), la Cholupa (*P. maliformis* L.), la Granadilla (*P. ligularis* Juss) y la Gulupa (*P. edulis* var. *edulis* Sims), entre otras, e inclusive, algunas de estas son exportadas hacia otros continentes al ser consideradas como exóticas (Carvajal et al., 2014). Aunque sus principales usos radican en el consumo de los frutos, históricamente se han venido utilizando otras partes de la planta por sus propiedades terapéuticas como antiinflamatorias, antioxidantes, analgésicas, ansiolíticas, entre otras. (Dhawan K; Dhawan S, y Sharma, 2004). No obstante, en la actualidad muchas de las especies de esta familia carecen de estudios científicos. Así mismo, los aceites esenciales de estas plantas no han sido estudiados a nivel mundial como se esperaba, pues en general, estos brin-

dan una alternativa para el desarrollo socioeconómico de un país, dado que a partir de estas sustancias se pueden beneficiar industrias como la farmacéutica en la producción de nuevos fármacos y la industria de cosméticos en la elaboración de perfumes y aromatizantes. Por otro lado, es importante que estas especies, ampliamente cultivadas y de gran influencia para la economía de la región, posean estudios científicos en donde se identifiquen sus metabolitos secundarios y su potencialidad como agentes terapéuticos. Llegar a encontrar que, estas sustancias poseen algún tipo de actividad biológica, podría promover distintas alternativas para fomentar la comercialización de estos aceites esenciales (AE). También, daría cabida para que nuevas investigaciones profundicen más en esta área de la química, con fines de encontrar nuevas alternativas para el tratamiento de enfermedades.

<sup>1</sup> Pjoven Investigador convenio - Grupo Químico de Investigación y Desarrollo Ambiental, Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Universidad Surcolombiana E-mail: jhon.castaneda@usco.edu.co

<sup>2</sup> Docente de planta Universidad Surcolombiana

<sup>3</sup> Docente de planta Universidad Surcolombiana

## Aceites esenciales

Los aceites esenciales son mezclas complejas de hasta más de 100 sustancias naturales volátiles, producto del metabolismo secundario de las plantas; principalmente constituidos por compuestos alifáticos de bajo peso molecular, monoterpenos, sesquiterpenos y fenilpropanos. Estos compuestos suelen ser incoloros, con aromas característicos, de altos índices de refracción, son ópticamente activos y escasamente solubles en agua (Montoya, 2010).

En las plantas aromáticas, los aceites son los responsables de su aroma característico que se producen en cantidades apreciables (0.5-6%), también cumplen funciones muy diversas, por ejemplo, como agentes de defensa, o atractores de insectos para su polinización (Stashenko, 2009).

## Técnicas de extracción

### Hidrodestilación

Para Cerpa (2007), cuando el material vegetal está en contacto con el agua generadora de vapor (Figura N° 1) se le denomina hidrodestilación, este vapor penetra los tejidos de la planta y disuelve partes de los AE que se encuentran en algunas glándulas contenedoras, luego esta sustancia disuelta se distribuye por las membranas de las células permitiendo que se vaporicen los AE desde la superficie. De esta manera, se cumple todo un ciclo hasta que se remueven los AE contenidos en aquellas estructuras (glandulares) de la planta donde se encuentran estos metabolitos (Torres, 2011).

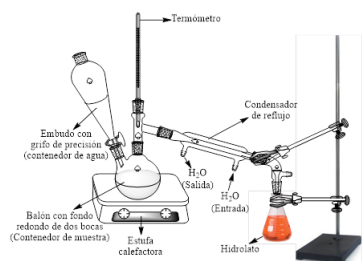


Fig. 1. Hidrodestilación (HD), método directo

### Arrastre con Vapor de Agua

### Arrastre con Vapor de Agua

Para Serrato, Díaz y Barajas (2008), los AE son sustancias volátiles e insolubles en agua, que pueden ser arrastrados con el vapor del agua, permitiéndose la máxima difusión de la muestra, evitando que se reduzcan las pérdidas de compuestos de interés al utilizar diferentes métodos.

El principio de esta técnica (Figura N° 2) se explica a partir de las diferencias entre el punto de ebullición de los aceites (mayor) en comparación con el del agua: “Los materiales de punto de ebullición alto pueden aislarse y purificarse combinándolos en un proceso de destilación con algún líquido de punto de ebullición inferior (agua)” (Ocampo, Ríos, Betancur y Ocampo, 2008).

Para Fuentes y Munguía (2001), a esta técnica se le acopla una autoclave como generador de vapor unido a un refrigerante.

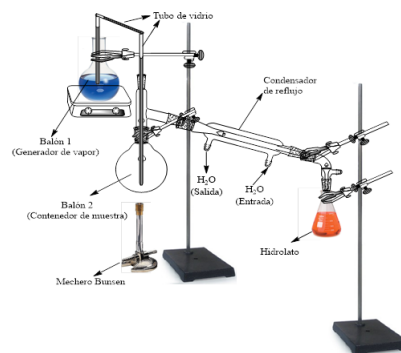


Fig. 2. Destilación por arrastre con vapor de agua (método indirecto)

### Radiación con Microondas

En este tipo de extracción la irradiación de ondas que interactúan con agua produce un calentamiento localizado, es decir, hay un aumento considerable de temperatura, causando variaciones superiores al punto de ebullición, consecuentemente las paredes o bolsas de las glándulas secretoras del material vegetal, sufren un aumento del volumen provocando su ruptura, así, los contenidos de los metabolitos fluyen hacia el medio disolvente, lo que hace más efectiva la extracción (Torrenegra, Granados, Osorio y León, 2015).

Para Castañeda (2016) en este tipo de obtenciones se puede acoplar un montaje tipo Clevenger utilizando un microondas convencional en lugar de un manto de calentamiento (Figura N° 3). En este montaje se utiliza un reservorio tipo Dean Stark, el cual tiene una forma vertical con graduación volumétrica y un brazo lateral que conecta al balón de fondo redondo del cual ascienden los vapores durante el calentamiento de la muestra vegetal.

En el proceso de extracción los vapores formados durante el arrastre suben desde el balón de fondo redondo (contenedor de muestra y agua) hacia el condensador de reflujo y condensan cayendo al colector o trampa de Dean Stark. Allí,

los líquidos inmiscibles se separan en capas, una capa superior de menor densidad y una inferior de densidad mayor.

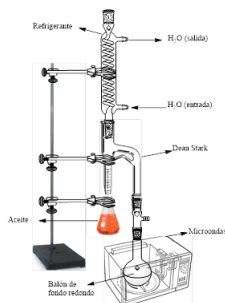


Fig. 3. Extracción por hidrodestilación asistida por radiación con microondas (MWH)

## Generalidades de la Familia Passifloraceae

Alrededor del mundo existen más de 600 especies que corresponden a 18 géneros de esta familia (Perea, Fischer y Miranda, 2010). Por otro lado, Colombia es el país con mayor diversidad de plantas pertenecientes a la familia Passifloraceae, contando con 170 especies reportadas en los tres géneros: *Ancistrothyrus* (2), *Dilkea* (4) y *Passiflora* L. (164), tanto de especies cultivadas como silvestres. Esta riqueza representa el 26 % de plantas registradas a nivel mundial (Ocampo y Merlín, 2014) y se encuentra en 32 regiones del territorio colombiano (Ocampo, Coppens y Jarvis, 2010).

Peter Stevens, citado por Alvarado (2007) comenta que la familia Passifloraceae se localiza dentro del orden de las Malphigiales, dividida en dos tribus: Paropsieae, que abarca especies africanas y arborescentes, y Passifloreae que reúne a las especies principalmente americanas y trepadoras.

Según Montiel (1991) esta es una familia compuesta principalmente por bejuco herbáceos y leñosos, en un número menor de arbustos y pequeños árboles. De igual modo, describe las características morfológicas de esta familia:

Lianas de zarcillos axilares, hojas alternas simples o compuestas, estipuladas glandulares. Flores Actinomorfas, hermafroditas, conspicuas, axilares y usualmente en pares, bracteadas; los sépalos 5 (4) basalmente connatos, más pequeños que los sépalos imbricados. Los estambres y gineceo levantados sobre el androginóforo. Estambres 5, con las anteras, biloculares de dehiscencia longitudinal. Gineceo tricarpelar, unilocular, con numerosos rudimentos seminales sobre 3 placentas parietales. El fruto una baya o una cápsula loculicida. Semilla con pulpa arilada.

Es pertinente mencionar, que la flor de esta familia es muy

vistosa y llamativa, por sus variados colores y complejas formas. Alvarado (2007) cuenta que la disposición y forma de los componentes de su flor inspiró a los monjes del siglo XVI a reconocer en ellas un icono que representa “la Pasión de Cristo”, a su vez, los zarcillos que posee hacen alusión a los látigos que golpeaban con fervor al hijo de Dios, desde entonces, la familia y el género más grande de la misma llevan este nombre.

## *Passiflora maloiformis* L

Su nombre coloquial es la Cholupa y es considerada como una de las plantas insignias de la región del Huila (Figura N° 4; Ocampo et al., 2015). Esta especie vegetal carece de estudios científicos de profundidad en cuanto a la caracterización de sus metabolitos secundarios, AE y usos potenciales a nivel medicinal que aporten al desarrollo del departamento.



Fig. 4. Fruto y flor de *Passiflora maloiformis* L. Fuente: (Botanical Wonderland, 2014)

## *Passiflora edulis* Sims var *edulis*

Coloquialmente conocida como la Gulupa (Figura N° 5). Según Dhawan y Cols. (2004) se realizó una revisión del género *Passiflora*, en el que abordaron la morfología, usos tradicionales, fitoconstituyentes y demás; en cuanto a la *Passiflora edulis* sim, mencionan la presencia de glucósidos, fenoles, alcaloides y carotenoides en los frutos.

Por otra parte, Según Sanabria (2010), la Gulupa (*Passiflora edulis* sims), es originaria del sur de Brasil y fue ampliamente distribuida durante el siglo XIX a otros países de América del Sur y el Caribe, Asia, África, India y Australia. Es una de las frutas exóticas más apetecidas en el mercado internacional por su acidez intermedia entre el maracuyá y la granadilla; además como lo menciona Ocampo y cols. (2007), es valorada no solo por su sabor y aroma, sino también por su contenido nutricional.



Fig. 5. Flor de *Passiflora edulis* L. Fuente: (Botanical Wonderland, 2014))

Según Guevara (2006), en Colombia la producción de Gulupa está entre los 1.400 y los 2.200 msnm, ya que en alturas mayores la producción se inicia entre los 12 y 18 meses y el tamaño de la fruta es menor. La Gulupa prefiere suelos con texturas arenosas, presentando un buen desarrollo y crecimiento del sistema radical; los pH aconsejables deben estar entre 6.5 a 7.5, siendo necesarias buenas condiciones de drenaje, altos contenidos de materia orgánica y baja presencia de sales (Morton, 1987).

### ***Passiflora quadrangularis***

Según Acurio y Cols. (2015), la badea (*Passiflora quadrangularis*), es una fruta conocida también como parcha granadina, tumbo gigante, quijón, parcha real, maracujá melao, es una especie que crece en la zona intertropical latinoamericana a altitudes de 2500 msnm, los frutos son grandes en comparación con otras especies de *Passiflora*, la maduración del fruto se alcanza entre 62 y 85 días después de la fecundación y cuando está completamente maduro presenta un color verde amarillo pálido, fácilmente apreciable en el ápice (Vanderplank, 2000).

La pulpa de la badea (*Passiflora quadrangularis*) es ligeramente ácida con un aroma ligero, que la hacen óptima para bebidas suaves y refrescantes (Osorio et al., 2000). Además, según diversos estudios las hojas se utilizan como sedantes y tranquilizantes (Lewis y Elvis, 1977).

El nombre de la especie como *quadrangularis* se debe a su tallo de cuatro lados o cuadrangular, con excepción de su base que con el tiempo se vuelve fistuloso, alcanzando un tamaño de 5 a 50 metros de largo (Marín 1999); las hojas son enteras de peciolo largo, de 10 a 20 cm de largo por 8 a 15 cm de ancho (Geifus, 1994) y tiene flores de unos 12 cm de diámetro de color blanco, azul, rosado.

Según Córdoba (1980), el fruto es una baya de 10 a 25 cm de largo por 8 a 10 cm de diámetro, con un peso de 225 a 450 g o más, el mesocarpio o pulpa es blanco de 2.4 a 4 cm de espesor, jugoso y con sabor insípido (Nagy et al., 1990), en donde la cubierta del fruto es una capa lisa y delgada de color verde pálido que a la madurez se vuelve amarillenta.

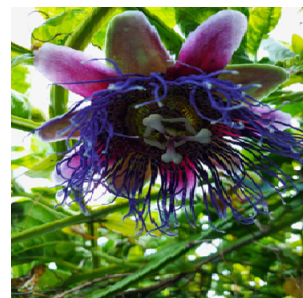


Fig. 6. Flor de *Passiflora quadrangularis*. Fuente: (Botanical Wonderland, 2014)

### ***Passiflora tarminiana* var *tripartita***

Es un frutal originario del norte de los Andes, la fruta se encuentra en los alrededores de los pueblos andinos de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia (Bernal y Díaz, 2005), es clasificada como una de las mejores pasifloras comestibles por sus apetecibles características organolépticas y el alto contenido nutricional (Primot et al., 2005). Según Ruiz y Cols. (2018), tiene un alto porcentaje de agua, casi las tres partes de su peso, siendo rica en vitaminas y minerales como la Vitamina C, niacina, proteínas y polifenoles. Los minerales presentes en esta fruta son el potasio, fósforo y magnesio (Mostacero, 2011). Al igual, la especie *Passiflora tripartita* var *mollissima*, tiene una importancia nutracéutica dado el alto potencial antioxidante del fruto (Rojano et al., 2012). También, se le atribuye propiedades medicinales para tratamientos tales como, el colesterol, malestares urinarios y dolores digestivos.



Fig. 7. Flor de *Passiflora tarminiana*. Fuente: (Botanical Wonderland, 2014)

Es debido mencionar, que *Passiflora tripartita* var *mollissima* se caracteriza por su alta actividad antioxidante y alto contenido de compuesto fenólicos (Simirgiotis et al., 2013), especialmente taninos, flavonoides y ácidos fenólicos (Rojano et al., 2012).

## Resultados y análisis

A nivel nacional, se reportan estudios con algunas especies de pasifloras para evaluar su capacidad antioxidante, poder reductor y contenido de fenoles. La actividad antioxidante es medida como la habilidad para atrapar los radicales, el potencial para poder reducir el hierro y el contenido de fenoles por el método de Folin-Ciocalteu. Por lo tanto, los frutos y las hojas de *Passiflora quadrangularis* (Badea), *Passiflora maliformis* (Cholupa), *Passiflora ligularis* Juss (Granadilla), *Passiflora edulis* var. *edulis* (Gulupa) y *Passiflora edulis* var. *flavicarpa* (Maracuyá) exhibieron mayor capacidad antioxidante (Carvajal et al., 2011). Se presume la presencia de agentes reductores como el ácido ascórbico y algunos carotenoides en los extractos de estas especies. Además, los frutos de granadilla silvestre y de las hojas de Gulupa presentaron mejores resultados.

De la gran variedad de especies de pasifloras identificadas en el departamento, se pueden mostrar algunos de los aportes investigativos que van desde estudios etnobotánicos hasta pruebas químicas.

A nivel regional, se han descrito diversos usos tradicionales de varias especies de pasifloras. Carvajal y Cols. (2014) describen 92 usos de estas especies como resultado de las entrevistas a 74 familias campesinas. Los autores reportaron mediante un análisis fitoquímico la presencia de compuestos fenólicos, triterpenos, esteroides y flavonoides en *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* O. Deg (Maracuyá), *Passiflora tripartita* var. *mollissima* [Kunth] HolmNiels (Curuba), *Passiflora quadrangularis* L. (Badea), *Passiflora maliformis* L. (Cholupa), *Passiflora edulis* Sims. (Gulupa) y *Passiflora alata* Curtis (Maracúa).

Para el caso de *Passiflora maliformis* L., Carvajal y Cols. (2014) reportaron el análisis preliminar de los metabolitos secundarios y de los usos potenciales encontrados en muestras recolectadas en la vereda “Los Medios”, del municipio de Rivera-Huila, tal como se muestra en las tablas N° 1 y 2. Por lo tanto, el análisis permitió identificar la presencia de compuestos fenólicos, proteínas, flavonoides, leucoantocianidinas, compuestos lactónicos, saponinas, triterpenoides/esteroides, quinonas y alcaloides.

Tabla. 1. Diferentes usos potenciales de *P.maliformis*(Carvalas et al.,2014)

Usos	Parte usada	Estado de desarrollo
Curar hernias	Bejuco	Tallo en crecimiento
Alimentacion	Fruto	Madura
Elaboracion de postres	Fruto	Madura
Elaboracion de bebidas	Fruto	Madura
Alimentacion animal	Fruto	Madura
Perfumes	Flor	Madura

Tabla. 2. Marcha fitoquímica para cholupa (*P.maliformis*)

Metabolito secundario	Parte aerea mas reactiva
Compuestos fenolicos	Hojas
Cumarinas	Fruto
Leucoantocianidinas	Hojas
Taninos de bebidas	Fruto
Flavonoides	hojas
Triterpenos/esteroides	Hojas/Bejuco/frutos
Quinonas	No reactiva
Alcaloides Compuestos	Hojas
Lactonicos	Fruto

También hay reportes sobre investigaciones más completas de *Passiflora maliformis* L. Sabogal y Cols. (2016) destacan algunas funcionalidades mediante el tratamiento químico y biológico de las semillas, arillo y pericarpo de esta especie recolectada en el municipio de Rivera (Huila), en contraste con la especie *Passiflora edulis* var. *flavicarpa* (Maracuyá). Según los autores, el análisis fitoquímico inicial permitió establecer la abundancia de taninos, pigmentos antocianínicos y constituyentes terpénicos. También se verificó la capacidad antioxidante de la cáscara y semilla de la cholupa, donde se utilizó un equipo de espectrometría midiendo los valores de absorbancia con base en la cinética de reacción. Adicionalmente, fueron realizados ensayos biológicos; uno de ellos consistió en evaluar la capacidad antimicrobiana a partir de sus extractos etanólicos del fruto y las semillas. Otras de las pruebas biológicas en este estudio fue la actividad citotóxica en leucocitos y la actividad antifúngica.

Por otro lado, Melgarejo (2015) realizó un completo estudio acerca de la ecofisiología del cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) tomando como referencia cultivos ubicados en los municipios de La Argentina y Santa María-Huila. En este libro se tratan temas como caracterizaciones ecofisiológicas y fenológicas de la planta, caracterizaciones fisicoquímicas y bioquímica del fruto, manejos para la nutrición y buenas prácticas agrícolas, algunos datos acerca de la comercialización del fruto y recomendaciones para que nuevos agricultores se motiven a comercializar el fruto de esta especie.

Existen otros reportes en nuestro departamento con enfoques agroindustriales y en donde algunas veces refieren los metabolitos secundarios con base a consideraciones etnobotánicas y fitoterapéuticas

## Ensayos biológicos Prueba Antibacterial

El estudio de la sensibilidad antibacteriana a los antibióticos es una de las funciones más relevantes para los laborato-

rios de microbiología clínica, puesto que permite evaluar nuevos compuestos y sus posibles aplicaciones en distintos fármacos. Para ello, existen dos tipos de métodos: cuantitativos y cualitativos. Los métodos cuantitativos son los que permiten determinar la concentración inhibitoria mínima (CIM) y la concentración bactericida mínima (CBM). Por su parte, los métodos cualitativos son aquellos que permiten caracterizar si un microorganismo es resistente o sensible a una sustancia química (Taroco, Seija y Vignoli, 2008).

El método de difusión en disco es considerado como un método cualitativo, basada originalmente en el método descrito por Bauer y Cols. (2009), que permite estimar el grado de inhibición del crecimiento de los microorganismos de una manera simple, económica y reproducible.

Pese a que estos métodos se encuentran estandarizados, pueden ser levemente modificados por los investigadores con el fin de conseguir los resultados deseados. Por ejemplo, en lugar de utilizar sensidiscos impregnados con la sustancia a evaluar, se pueden realizar pozos en la placa para que se facilite la difusión en el medio (Ramírez y Marín, 2009).

En relación a pruebas antifúngicas e insecticidas, solo se han encontrado estudios con extractos acuosos y metanólicos de *Passiflora quadrangularis* y *Passiflora tripartita* var *mollísima*, respectivamente. Sin embargo, no se tienen registros de estas actividades con compuestos volátiles o AE de estas especies vegetales.

## Conclusiones

A pesar de la gran diversidad que se ha reportado a nivel nacional de especies de pasifloras cultivadas y silvestres, es poco el conocimiento sobre los metabolitos secundarios potenciales que pueden ser extraídos y caracterizados sistemáticamente. La planta *Passiflora maliformis*, presenta amplios estudios de extractos acuosos y alcohólicos, pero no para AE.

Las técnicas de extracción de aceites utilizadas con mayor frecuencia en plantas del género *Passiflora* han sido la hidrodestilación simple, arrastre con vapor de agua e hidrodestilación asistida por microondas. Aunque existen otros métodos, estos son los más recurrentes y no hay reporte de nuevas técnicas asociadas u optimizadas para los AE.

Para la caracterización de las mezclas complejas de AE se sugiere la identificación presuntiva y confirmatoria por cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas, esto especialmente para compuestos volátiles y de bajo peso molecular. Se sugieren otros métodos de análisis instrumental en el caso de que se busque elucidar estructuras que

pueden purificarse en el estudio de extractos.

En relación con pruebas antifúngicas e insecticidas solo se han encontrado estudios con extractos acuosos y metanólicos de *P. quadrangularis* y *P. tripartita* var *mollísima*, respectivamente, sin embargo, no se tienen registros de estas actividades con compuestos volátiles o AE de estas especies vegetales.

## Referencias Bibliográficas

- Acurio, L., Zamora, A., Salazar, D., Pérez, L., y Valencia, A. (2015). Propiedades físicas, químicas, térmicas y nutricionales de la badea (*Passiflora quadrangularis* L). Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimento. Universidad Técnica de Ambato.
- Alvarado, L. (2007). Flora del valle de Tehuacán-Cuicatlán. Ciudad de Mexico: Instituto de Biología. Departamento de Botánica.
- Bernal, J., y Díaz, C. (2005). Tecnología para el cultivo de la Curuba. Corporación Colombiana de investigación agropecuaria, Antioquia (Colombia).
- Botanical Wonderland. (1 de Octubre de 2014). Flickr. Recuperado el 5 de Marzo de 2017, de <https://www.flickr.com/photos/lordsdaydream/16258619788>
- Carvajal, L. M., Turbay, S., Álvarez, L. M., Rodríguez, A., Álvarez, M., Bonilla, K., . . . Parra, M. (2014). Propiedades Funcionales y Nutricionales de seis Especies de *Passiflora* (*Passifloraceae*) del Departamento del Huila Colombia. *Botánica Económica*, 1-15.
- Carvajal, L. M., Turbay, S., Rojano, B., Álvarez, L. M., Restrepo, S. L., Álvarez, J. M., . . . Sánchez, N. (2011). Algunas especies de *Passiflora* y su capacidad antioxidante. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 354-363.
- Carvajal, L., Turbay, S., Álvarez, L., Rodríguez, A., Alvarez, J., Bonilla, K., . . . Parra, M. (2014). Relación entre los usos populares de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) y su composición fitoquímica. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 185-196.
- Castañeda Gómez, J. F. (2016). Enseñanza de la Fitoquímica mediante la Obtención de Aceites Esenciales. Universidad Surcolombiana, Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología, 4.
- Cerpa, C. (2007). Hidrodestilación de aceites esenciales: Modelado y Caracterización. Universidad de Valladolid, 1-304.
- Córdoba, J. (1980). La badea. *Revista eso agrícola*, Bogotá Colombia. 1(1). 16-21.

- Franco, G., Cartagena, J., Correa, L., Guillermo, A., Rojano, B., Piedrahita, A., Lobo, M. (2014). Physicochemical properties of gulupa fruits (*Passiflora edulis* Sims var *edulis*) during pre and postharvest. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosechas*, 15(1), 15-30. <https://www.redalyc.org/pdf/813/81331357003.pdf>
- Fuentes Ruitón, C., Munguía Chipana, Y. (2001). Estudio comparativo del Aceite Esencial de *Minthostachys* (Kunt) Griseb "Muña" de tres Regiones Peruanas por Cromatografía de Gases y Espectrometría de Masas. *Ciencia e Investigación*, IV(1), 23-39.
- Geilfus, F. (1994). El árbol al servicio del agricultor. Tomo 2 guía de especies. Turrialba, Costa Rica. Enda-Caribe. 778.
- Jimenez, A. (2006). El cultivo de la Gulupa (*Passiflora edulis* Sims). [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Colombia]
- Lewis, W., Elvis, M. (1977). *Medical Botany: Plants affecting Man's Health*. New York; John Wiley.
- Marín, F. (1999). Comportamiento floral, desarrollo del fruto y propagación sexual de la badea (*Passiflora quadrangularis* L.). [Tesis de grado, el Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5128/1/CPA-1999-T073.pdf>
- Marín, M., Caetano, C., Posada, C. (2009). Caracterización morfológica de especies del género *Passiflora* de Colombia. *Acta Agronómica*, 117-125.
- Marín, T. M., Creuci, M., Posada, T. C. (2009). Caracterización morfológica de especies del género *Passiflora* de Colombia. *Acta Agronómica*, 58(3), 117-125.
- Melgarejo, L. M. (2015). GRANADILLA (*Passiflora ligularis* Juss) ECOFISIOLOGÍA DEL CULTIVO. En Presentación (págs. 13-16). Bogotá: Disonex S.A.
- Montiel, M. (1991). Introducción a la flora de Costa Rica. San José: Universidad de Costa Rica. Montoya, G. d. (2010). Aceites Esenciales Una Alternativa de Diversificación para el Eje Cafetero. Manizales: Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.
- Mostacero, J. (2011). Plantas medicinales del Perú: Taxonomía, ecogeografía, fenología y etnobotánica. Trujillo-Perú. 444-445.
- Nagy, S., Wardowski, W. (1990) Fruits of tropical and subtropical Origin. Florida source. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5128/1/CPA-1999-T073.pdf>
- Ocampo, C., Ríos, V., Betancur, J., Ocampo, S. (2008). Fundamentación de la Técnica por Arrastre con Vapor. En Curso Práctico de Química Orgánica. Enfocado a Biología y Alimentos (págs. 39-40). Manizales: Universidad de Caldas.
- Ocampo, J. (2013). Diversity and Distribution of *Passifloraceae* in the Department of Huila in Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 511-515.
- Ocampo, J., Merlín, Y. (2014). *Passifloras de Colombia*. 1-7.
- Ocampo, J., Coppens, d. G., Jarvis, A. (2010). Distribution of the Genus *Passiflora* L. Diversity in Colombia and Its Potential as an Indicator for Biodiversity Management in the Coffee Growing Zone. *Diversity*, 2, 1158-1180.
- Ocampo, J., Rodríguez, A., Puentes, A., Molano, Z., Parra, M. (2015). El cultivo de Cholupa (*Passiflora maliformis* L.): Una alternativa para la fruticultura colombiana. Neiva, Huila: Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico de las Pasifloras de Colombia-Cepass.
- Osorio, C., Duque, C., Fujimoto, Y. (2000). Oxygenated monoterpenoids from badea (*passiflora quadrangularis*) fruit pulp. *Phytochemistry* 53(1): 97-101.
- Perea, M., Fischer, G., Miranda, D. (2010). *Passifloraceae*. Biotecnología aplicada al mejoramiento de cultivos de frutas tropicales, 42.
- Primot, S., Roiux, G., Eeckenbrugge, F., y Ocampo, A. (2005). Variación Morfológica de tres especies de curubas (*Passiflora tripartita* var. *molissima*, *passiflora tarminiana* y *passiflora mixta*) y sus híbridos en el Valle del Cauca. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 27(3). 467-471.
- Ramírez Aristizabal, L. S., Marín, D. (2012). Evaluación de la actividad antibacteriana de aceites esenciales y extractos etanólicos utilizando métodos de difusión en agar y dilución en pozo. *Scientia et Technica*. Año XVII. Universidad Tecnológica de Pereira, 152-159.
- Ramírez, L. S., Marín, D. (2012). Evaluación de la actividad antibacteriana de aceites esenciales y extractos etanólicos utilizando métodos de difusión en agar y dilución en pozo. *Scientia Et Technica*, 152-157.
- Ramirez, L. S., Marin, D. C. (2009). Metodologías para evaluar in vitro la actividad antibacteriana de compuestos de origen vegetal. *Scientia et Technica*, 263-268.
- Ramírez, L., Marín, D. (2009). Metodologías para evaluar In Vitro la actividad antibacteriana de compuestos de origen vegetal. *Scientia et Technica* Año XV, 263-268.
- Rojano, B., Zapata, A., y Cortes, C. (2012). Capacidad atrapadora de radicales libres de pasiflora *mollissima* (Kunth)

Bailey (curuba). Revista Cubana de Plantas medicinales. 17(4) 408-419. Ruiz, S., Vanegas, E., Valdiviezo, J., y Plasencia, J. (2018). Contenido de Fenoles totales y capacidad antioxidante in vitro del zumo de “pur pur” *Passiflora tripartita* var *mollissima* (Passifloraceae). *Arnaldoa*, 25(3). <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v25n3/a12v25n3.pdf>

Sabogal Palma, A. C., Chávez Marin, J., Oliveros Gómez, D. F., Murillo Perea, E., Méndez Arteaga, J. J. (2016). Funcionalidades Biológicas de *Passiflora maliformis* del Sur del Macizo Colombiano. *Bioagro*, 3-12.

Serrato, C., Díaz, C., Barajas, P. (2008). Composición del Aceite Esencial en Germoplasma de *Tagetes filifolia* Lag. de la Región Centro-Sur de México. *Agrociencia*, 42(3), 277-285.

Stashenko, E. (2009). Aceites Esenciales. Bucaramanga, Santander: Centro Nacional de Investigación para la Agroindustrialización de Especies Vegetales Aromáticas y Medicinales Tropicales-CENIVAM.

Stashenko, E. (2009). Propiedades y Caracterización. En Aceites Esenciales. Bucaramanga, Santander: Centro Nacional de Investigación para la Agroindustrialización de Especies Vegetales Aromáticas y Medicinales Tropicales-CENIVAM.

Taroco, R., Seija, V., Vignoli, R. (2008). Métodos de estudio de la sensibilidad antibiótica. Instituto de Higiene de la Universidad de la República, 663-671.

Torrenegra, M. E., Granados, C., Osorio, M. R., León, G. (2015). Comparación de la Hidro-Destilación Asistida por Radiación con Microondas (MWHD) con Hidrodestilación Convencional (HD) en la Extracción de Aceite Esencial de *Mintostachys mollis*. *Información Tecnológica*, XXVI(1), 118.

Torres, L. A. (2011). Estudio de la Hidrodestilación del aceite esencial de *Lippia alba* (Mill). En un destilador a escala pilotp. Universidad Industrial de Santander, 19-20.

Vanderplank, J. (2000). *Passion Flowers*. Cambridge: The MIT press.