

**ESTADO DEL ARTE EN EL USO POTENCIAL DE EXTRACTOS VEGETALES DEL
GENERO *Piper* PARA EL CONTROL DE PLAGAS AGRICOLAS.**

MONOGRAFIA

HUMBERTO SOTELO RODRIGUEZ

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA
Cali – Colombia
2016**

**ESTADO DEL ARTE EN EL USO POTENCIAL DE EXTRACTOS VEGETALES DEL
GENERO *Piper* PARA EL CONTROL DE PLAGAS AGRICOLAS.**

MONOGRAFIA

HUMBERTO SOTELO RODRIGUEZ

**Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Especialista en Biotecnología Agraria**

Directora

**ANGELA LILIANA RIVERA CALDERON
Ingeniera Agrónoma, M.Sc**

Línea de Investigación

**Biotecnología
Aumento de producción agrícola, Interacciones Planta-Patógeno**

Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA

Cali – Colombia

Mayo, 2016

A mi esposa Gloria Edith y a mis hijos Eva Lorena Y Humberto
Steven por impulsarme a seguir adelante cuando quise desistir.

AGRADECIMIENTOS

A Dios Padre, a Jesucristo y al Espíritu Santo por ser mis mejores parceros, por darme la vida y la inteligencia para culminar otra etapa de la vida

A mis padres Rosalba y Raúl Antonio y a mi hermano Jairo Antonio q.e.p.d. que los sigo amando y no los podre olvidar

A Steven y Eva Lorena por ser mi motor de vida

A Steffany un pérdida considerable en mi existencia

A Samara un nuevo ser que llega a alegrar mi vida

A mi esposa Gloria Edith, por acompañarme en esta aventura y por darme su amor y la fortaleza que me hacía falta para continuar

A todos y cada uno que apporto para mi crecimiento profesional y espiritual

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por enseñarme a
conocer nuevos proyectos y posibilidades

A la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira por abrirme
nuevamente sus puertas y su colaboración

A mi Directora, Ángela, por su comprensión, confianza y apoyo

A todas las personas y entidades que colaboraron con su apoyo
espiritual y material

Resumen

La presente recopilación documental, procura conocer el estado actual, en el uso potencial de extractos vegetales con actividad biológica del género *Piper*, como alternativa biotecnológica cuyo esencia es convertir el conocimiento de los recursos biológicos en productos útiles, en el uso sostenible de la diversidad biológica. La agricultura sostenible incorpora el uso de bioextractos para el manejo integral de las plagas y enfermedades, que tengan bajo impacto ambiental, de baja toxicidad, que sean selectivos, efectivos, biodegradables y de bajo costo, que permitan reducir el uso indiscriminado y permanente de agroquímicos. Del género *Piper*, se han realizado investigaciones a nivel mundial y regional como una fuente potencial de compuestos bioactivos susceptibles de ser utilizados en el control de plagas agrícolas con excelentes resultados. La metodología para recopilar información del tema; está sustentada en artículos en revistas, textos académicos, tesis y trabajos de investigación e información de internet, realizando análisis ordenado de la información compilada con el objetivo de crear interés en el desarrollo de nuevas investigaciones sobre el uso y aprovechamiento sostenible de nuestra biodiversidad, para el bienestar del hombre y su medio natural.

Palabras clave: *Piper*, extractos vegetales, control de plagas y enfermedades, uso sostenible.

Abstract

This documentary collection seeks to know the current state, the potential of plant extracts with biological activity of the genus *Piper*, as a biotechnological alternative whose essence is to turn knowledge of biological resources into useful products, use in sustainable use of biological diversity. Sustainable agriculture incorporates the use of bioextractos for the integrated management of pests and diseases that have low environmental impact, low toxicity, which are selective, effective, biodegradable and inexpensive to reduce the indiscriminate and permanent use of agrochemicals. The genus *Piper*, research has been conducted at global and regional level as a potential bioactive compounds capable of being used in agricultural pest control source with excellent results. The methodology for collecting information on the subject; is supported by journal articles, academic papers, theses and research and information Internet, making orderly analysis of the information compiled in order to create interest in the development of new research on the use and sustainable use of our biodiversity, the welfare of man and his natural environment.

Key words: *Piper*, plant extracts, pest and disease control, sustainable use.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	7
Abstract.....	8
INTRODUCCION.....	10
OBJETIVO GENERAL.....	13
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	13
MARCO TEÓRICO.....	14
CAPITULO I.....	16
1. EL GÉNERO <i>Piper</i>	16
1.1 Generalidades de la Familia <i>Piperaceae</i>	16
1.2 Características del género <i>Piper</i>	17
1.2.1 Distribución Geográfica del género <i>Piper</i>	17
1.2.2 Descripción Botánica.....	18
1.2.3 Descripción Taxonómica.....	20
1.2.4 Usos y aprovechamiento del Género <i>Piper</i>	20
1.2.5 Principales Especies de <i>Piper</i> con uso de los extractos vegetales.....	23
1.2.5.1 <i>Piper nigrum</i>	23
1.2.5.2 <i>Piper aduncum</i>	24
1.2.5.3 <i>Piper tuberculatum</i>	25
1.2.5.4 <i>Piper hispidum</i>	27
1.2.5.5 <i>Piper angustifolium</i>	28
1.2.5.6 <i>Piper arboreum</i>	29
1.2.5.7 <i>Piper auritum</i>	30
1.2.5.8 <i>Piper darienense</i>	32
1.2.5.9 <i>Piper phytotaccifolium</i>	33
1.2.5.10 <i>Piper umbellatum</i>	34
1.2.5.11 <i>Piper crassinervium</i>	36
1.2.5.12 <i>Piper pesaresanum</i>	37
1.2.5.13 <i>Piper carpunya</i>	38
1.2.5.14 <i>Piper longanum o longum</i>	39
1.2.5.15 <i>Piper acutifolium</i>	41
CAPITULO II.....	42
2. LOS EXTRACTOS VEGETALES.....	42
2.1 Generalidades.....	42
2.2 Los Extractos Vegetales.....	44
2.2.1 Composición de los extractos vegetales.....	45
2.2.2 Obtención de los extractos vegetales.....	46
2.2.2.1 Preparación de la muestra.....	46
2.2.2.2 Desección.....	46
2.2.2.2.1 Desección Natural.....	46
2.2.2.2.2 Desección Artificial.....	47
2.2.3 Métodos de Obtención de extractos vegetales. Extracción.....	47
2.2.3.1 Tipos extracción.....	48

2.2.3.1 Percolación.....	48
2.2.3.2 Maceración.....	48
2.2.3.3 Decocción.....	48
2.2.3.4 Infusión.....	49
2.2.3.5 Digestión.....	49
2.2.4 Clases de extractos.....	49
2.2.4.1 Extracto fluido.....	49
2.2.4.2 Extracto seco.....	50
2.2.4.3 Extracto blandos.....	50
2.2.4.4 Crioextractos.....	50
2.2.5 Estudios fitoquímicos de <i>Piper</i>	51
2.2.6 Componentes fitoquímicos del <i>Piper</i>	54
2.2.6.1 Compuestos Nitrogenados.....	54
2.2.6.2 Flavonoides.....	55
2.2.6.3 Pironas.....	57
2.2.6.4 Lignanos y neolignanos.....	58
2.2.6.5 Piperolidos.....	59
2.2.6.6 Fenilpropanoides.....	59
2.2.6.7 Terpenos.....	59
2.2.6.8 Derivados del Ácido Benzoico.....	61
2.2.6.9 Otros Compuestos.....	61
CAPITULO III.....	62
3. ESTUDIOS SOBRE EL USO POTENCIAL DE EXTRACTOS VEGETALES DE <i>Piper</i> CON ACTIVIDAD BIOLÓGICA PARA CONTROL DE PLAGAS AGRÍCOLA.....	62
3.1 Fungicidas Naturales a partir de extractos vegetales.....	62
3.2 Insecticidas Naturales a partir de extractos vegetales.....	68
3.2.1 Larvicidas Naturales a partir de extractos vegetales.....	73
3.3. Bactericidas Naturales a partir de extractos vegetales.....	76
CONCLUSIONES.....	81
RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84

FIGURAS

Figura 1. Distribución geográfica del género <i>Piper</i>	17
Figura 2. <i>Piper nigrum</i>	23
Figura 3. <i>Piper aduncum</i>	24
Figura 4. <i>Piper tuberculatum</i>	26
Figura 5. <i>Piper hispidum</i>	27
Figura 6. <i>Piper angustifolium</i>	28
Figura 7. <i>Piper arboreum</i>	29
Figura 8. <i>Piper auritium</i>	30
Figura 9. <i>Piper darienense</i>	32
Figura 10. <i>Piper phytotaccifolium</i>	34
Figura 11. <i>Piper umbellatum</i>	35
Figura 12. <i>Piper crassinervium</i>	36
Figura 13. <i>Piper pesaresanum</i>	37
Figura 14. <i>Piper carpunya</i>	39
Figura 15. <i>Piper longanum o longum</i>	40
Figura 16. <i>Piper acutifolium</i>	41

INTRODUCCION

Colombia se identifica porque su economía depende principalmente de su alta producción agrícola y gran variedad de productos agropecuarios, según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, la tasa de crecimiento promedio para el PIB total en el 2015 fue del 3,1%, mientras que la tasa promedio de crecimiento para el sector agropecuario en Colombia fue de 2,9% .

Actualmente, para minimizar o eliminar los daños y pérdidas económicas que las plagas y las enfermedades ocasionan en la agricultura, se han perfeccionado una serie de progresos tecnológicos y metodologías para el control fitosanitario, uno de esos medios es la aplicación de diversos plaguicidas químicos. El uso de plaguicidas, cuyo propósito es controlar las plagas y enfermedades se realiza con el fin de proteger la producción agrícola y mejorar la calidad de las cosechas, pero su uso ha aumentado de forma indiscriminada, llegando a más de cinco millones de toneladas a escala mundial. “El uso de plaguicidas se ha incrementado considerablemente a lo largo de los últimos 35 años, alcanzando tasas de crecimiento del 4 al 5,4 por ciento en algunas regiones” (Food and Agriculture Organization - FAO, 2015).

En países como Colombia, el control de plagas depende básicamente de agroquímicos, que ocasiona graves problemas ambientales y de salud pública por las altas dosis que se emplean, para el control fitosanitario. El principal problema de los fitocontroladores químicos es su alta toxicidad para los humanos y su alto impacto ambiental. Además, “el uso indiscriminado y permanente de agroquímicos sintéticos ha conllevado a la aparición de plagas y microorganismos fitopatógenos resistentes a los métodos actuales de control” (Regnault-Roger, 2004, p.44).

Debido a lo anterior, es necesario implementar métodos de control fitosanitario efectivos, que tengan bajo impacto ambiental, que sean selectivos, efectivos, biodegradables y de bajo costo.

El desafío científico es realizar investigación aplicada que permita el descubrimiento de moléculas bioactivas novedosas que resuelvan problemas que aquejan a la humanidad y su entorno natural. La búsqueda de nuevos biocontroladores permitirán tratar el efecto negativo sobre la producción agrícola de las plagas y enfermedades que afectan a muchas plantas fuentes de alimentos y/o de uso industriales.

En la actualidad, la investigación en productos naturales con actividad biológica se encuentra desarrollando estudios enfocados hacia áreas como la agricultura, es por ello, que el presente trabajo presenta una compilación de información científica y técnica documental, que hace un razonamiento detallado, para conocer de las investigaciones ejecutadas, sobre los compuestos fitoquímicos que contienen los extractos vegetales con actividad biológica experimentados contra las enfermedades y plagas, ensayados con técnicas bioquímicas *in vitro* e *in vivo* con resultados sorprendentes.

La vigente recopilación bibliográfica, muestra información privilegiada de los estudios realizados sobre la actividad bioquímica de las sustancias orgánicas identificadas contenidas en el extracto vegetal del género *Piper*, es el segundo mayor género la familia botánica *Piperaceae*, que cuenta con cerca de 1500 especies descritas, usadas como condimento, gracias a su olor y sabor picante, también tiene propiedades aplicadas en la medicina tradicional; además, debido a la variedad de propiedades biológicas como efectos insecticidas, bactericidas, y fungicidas,

atribuibles a la presencia de metabolitos secundarios para el manejo inteligente de enfermedades y plagas, es por ello, que el estudio sobre la química, biosíntesis y el uso de los miembros de este género es de gran interés biológico y científico, como alternativa biotecnológica agrícola, en la experimentación de productos naturales para vincular y convertir el conocimiento proveniente de los recursos biológicos en compuestos, procesos, métodos o productos útiles, como parte del uso y aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica en beneficio de la actividad agrícola, ambiental y de la salud humana.

Esta recopilación documental busca actualizar e identificar, bajo un proceso sistemático de indagación, recolección, organización, análisis e interpretación de la información en torno a la temática sobre el uso potencial de extractos vegetales del género *Piper* que tienen actividad biológica, que representan ser una alternativa novedosa, necesaria para promover la búsqueda de principios activos en plantas nativas, para sustituir el uso de plaguicidas convencionales.

OBJETIVO GENERAL

Realizar recopilación de la base documental, en el uso potencial de los extractos vegetales con actividad biológica del género *Piper*, en el control de plagas agrícolas.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Revisión bibliográfica de investigaciones actualizadas de los extractos vegetales provenientes del género *Piper*, relacionados con su obtención, constituyentes fitoquímicos y su bioactividad.
- Resaltar las principales especies del genero *Piper* que han sido estudiadas, con su distribución geográfica, su morfología y usos ancestrales.
- Resumir y ordenar cronológicamente las investigaciones actualizadas sobre control de plagas agrícolas (hongos, insectos y microorganismos) con base en compuestos biológicos contenidos en el género *Piper*.
- Aportar y promover al desarrollo de nuevos estudios sobre el uso potencial de extractos vegetales del genero *Piper* en el control de plagas en agrosistemas sostenibles.

MARCO TEORICO

En el planeta se ha estimado que tenemos una gran variabilidad de especies de flora:

Se considera que hay entre 215.000 a 500.000 especies vegetales, de las cuales únicamente entre el 15 y 17% se han estudiado por su contenido en productos bioactivos. Más de la mitad de todas las especies vegetales se encuentran en regiones tropicales y al menos 120.000 especies viven en las selvas tropicales húmedas, que constituyen apenas el 7% de la superficie de la tierra, lo que hace obvio a que esta parte del mundo se debe dirigir la búsqueda de moléculas bioactivas de plantas. Por otra parte, debido a la alarmante velocidad con la que muchas especies están desapareciendo, es importante apoyar e incentivar el estudio de las plantas con actividad biológica. (Ninoska, 2007, p.7).

El avance en nuevos conocimientos científicos y tecnológicos, la investigación, el desarrollo, el diseño y la formulación de productos de origen biológico son estrategias que impactan positivamente la agricultura sostenible, la salud y el medio ambiente, su rápida aplicación, las posibilidades de extensión y divulgación de la información hacen parte de las prácticas de innovación para la actividad agrícola natural y competitiva.

Esta revisión hace un recorrido documental sobre el género *Piper*, especies promisorias que basados en el conocimiento de la biología, la ecología, su distribución geográfica, la química y su bioactividad proporciona los pasos preliminares para una explicación técnica y científica del papel y la ocurrencia que juegan los estudios fitoquímicos que han revelado una amplia variedad de

constituyentes para el desarrollo de futuros productos alternativos para el control de plagas y enfermedades de las plantas y otros usos en la agricultura y la industria.

De los estudios sobre los metabolitos secundarios, se conoce que su distribución se encuentra restringida en el reino vegetal, a diferencia de los metabolitos primarios; esta característica los ha hecho que solo se encuentren en una sola especie o en un grupo de especies relacionadas genéticamente, mientras que los primarios se encuentran en todo el reino vegetal. Estos pueden ser obtenidos de uno o varios compuestos pertenecientes al metabolismo secundario de plantas en forma de extracto o aceite esencial. Los extractos vegetales son una importante alternativa, por lo que la investigación fitoquímica ha tomado un gran impulso hacia encontrar valor agregado en los compuestos responsables de la actividad biológica presentada por algunas especies, con el fin de obtener sustancias fitosanitarias con aplicación en agrosistemas sostenibles.

La búsqueda de información sobre investigaciones científicas y técnicas en el uso y aplicación de los metabolitos secundarios extraídos de las partes de la planta del género *Piper* con actividad biológica basados en el uso de tecnologías y la optimización de procesos han permitido que se llegue a la caracterización de metabolitos secundarios, lo que significa una fuente potencial de compuestos susceptibles de ser utilizados con relación al control de plagas agrícolas, que constituyen un grupo de gran importancia en la agricultura debido al alto grado de daños que causa en la planta y en los cultivos.

CAPITULO I.

1. EL GENERO *Piper*

1.1 Generalidades de la Familia *Piperaceae*

El nombre de la familia corresponde con el del género *Piper* L., descrito por Carolus Linnaeus en 1753. La familia *Piperaceae* constituye una de las familias más grandes y antiguas en la historia de la humanidad, desde tiempos remotos se tienen registros del uso de *Piper nigrum* como condimento (pimienta).

La familia *Piperaceae* son un grupo primitivo de *Angiospermas*, “que pertenece al orden *Piperales*, dentro del grupo *Magnoliidea*. Las sinapomorfías del orden son: base de la hoja envainadora, profila adaxial y única, nudos por lo común hinchados, nervaduras secundarias palmadas, hojas en dos hileras” (Stevens, P.F. 2010). El Angiosperm Phylogeny Website - APW considera que forma parte del “Orden *Piperales*, siendo el grupo hermano de las *saururáceas*. En esta familia los principales géneros son *Piper* y *Peperomia*”.

La familia *Piperaceae* comprende diez géneros y unas 3.000 especies, estas son:

Los géneros son: *Piper* (> 1.200 especies), *Peperomia* (> 700 especies), *Trianaeopiper* (44 especies), *Ottonia* (187 especies), *Arctotonia* (17 especies), *Macropiper* (30 especies), *Manekia* (9 especies), *Pothomorphea* (41 especies), *Sarcorachis* (15 especies), *Verhuellia* (8 especies) y *Zippelia* (6 especies)” (Kunt, 1839).

1.2. Características del género *Piper*

“*Piper* es el mayor género la familia botánica *Piperaceae*, que cuenta con cerca de 1500 especies descritas, distribuidas en 9 subgéneros y un complejo llamado *Piper sanctum* / *Piper cinereum*” (Carmona-Hernández, 2013). “Los especímenes de *Piper* son esporádicos en su ambiente natural, numerosas especies son endémicas, hay pérdida rápida de viabilidad de las semillas, recalcitrancia en la conservación de las semillas por largos periodos de tiempo” (Delgado *et al*, 2012). La escasa regeneración natural y la importancia creciente por sus propiedades biológicas la hacen una especie de flora muy particular para realizar estudios de investigación aplicada.

1.2.1 Distribución geográfica del género *Piper*.

Según Jaramillo (2001) dice que “el género *Piper* se caracteriza por poseer una gran difusión de especies ampliamente distribuidas a nivel mundial (alrededor de 2000 especies), en regiones tropicales y subtropicales” (p.706). “Las Piperáceas, es una familia tropical que habita básicamente en selvas húmedas en ambos hemisferios y son hierbas, arbustos o enredaderas, rara vez árboles” (Dyer, 2004, p. 214).



Figura 1. Distribución geográfica del género *Piper*.

Tomado de: http://www.thecompositaehut.com/www_tch/webcurso_spv/familias_pv/piperaceae.html

Para (Ninoska, 2007) “los patrones de distribución de las especies de *Piper* varía desde especies endémicas hasta aquellas que presentan una amplia distribución geográfica”. Es una especie común en bosques secos, sabanas y zonas de manglares; 0–1000 m; en América tropical, así como de los bosques tropicales húmedos alrededor del mundo. “Ecológicamente las especies del género *Piper* son componentes estructurales del sotobosque” (Parra, 2011, p. 6)

En Colombia, el Herbario Nacional Colombiano informa que de este género “se tiene presencia de 312 especies distribuidas en todo el país, corresponden con el 30% de las especies de *Piper* existentes en el mundo” (Martínez, 2016, p.4). Colombia es uno de los países más rico en especies pertenecientes a este género, Quijano *et al*, (2006) “encontró que está ampliamente distribuido en bosques húmedos y tropicales, principalmente en la región del Chocó, los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca y Cundinamarca, seguido por la región Andina a lo largo de la zona montañosa del país” (p. 1266)

1.2.2 Descripción Botánica

Las especies de *Piper* del Neotrópico “se encuentran en una variedad de hábitats sucesionales, desde áreas muy perturbadas hasta bosques maduros poco perturbados” Sardi (2012, p.5). Los miembros de este género “son bien conocidos como plantas pioneras que colonizan bosques secundarios, claros y bordes de bosque y por lo tanto participan en los procesos de regeneración y mantenimiento de la diversidad vegetal” (Thies & Kalko, 2004, p.362).

Celestino (1997) describió las características botánicas de las plantas de *Piper* así:

sufrútices, arbustos, pequeños árboles, erectos a lianescentes o escandentes,

terrestres o epífitos, tallos con haces vasculares en círculos concéntricos; perfilo solitario y lateral, cubriendo en forma parcial o completa el vástago del tallo en los nudos floríferos. Hojas alternas, lámina foliar entera lobulada, de lisa a rugosa, suave o escambrosa, glabra, papilada o con tricomas uniseriados, simples o ramificados, en ocasiones glandular-punteada en una o ambas caras, membranacea o grueso-cartacea, con frecuencia asimétrica y desigual en la base; pecíolos con los márgenes prominentes en todos los nudos y abrazando el tallo o inconspicuos en los nudos floríferos. Inflorescencias en espigas solitarias, pedunculadas, terminales y opuestas a las hojas, raramente axilares: en ocasiones las espigas se disponen en grupos conformando inflorescencias compuestas, racemiformes o paniculadas; raquis de la espiga carnoso o filiforme, glabro o pubescente; flores unisexuales o bisexuales de laxa a densamente agrupadas sobre el raquis, axilares a una bráctea floral epipeltada, orbicular, triangular, cuculada o espatulada; estambres (1)- 2-5- (7), filamentos cortos o más largos que el pistilo, a menudo articulados a las anteras y persistentes sobre las paredes del ovario, anteras con dos tecas, lateralmente dehiscentes, leve a profundamente divergentes y dehiscentes en un plano horizontal, oblicuo o vertical, el conectivo a menudo ensanchado basalmente y/o prolongándose por encima de las tecas, formando un disco apical y punteado-glandular; pistilo 3-5- carpelado, sésil o pedicelado; estigmas 3-5, sésiles o sobre igual número de estilos. Fruto drupáceo, carnoso, redondeado a elipsoide, angulado y triangular a oblongo por compresión de frutos adyacentes, glabro, raramente pubescentes o densamente papilado.

Se constató que otros animales utilizan los frutos de *Piper* como alimento ocasional, además

Dyer & Palmer (2004) “ha observado a roedores, marsupiales y hasta a hormigas comer frutos de *Piper*” (p.214). En la página web de la Organización para la Educación y Protección Ambiental – Opepa – se expone que los frutos de *Piper bogotense* C. DC “son consumidos por especies de aves del bosque, incluyendo especies tan vistosas como el clarinero” (*Anisognathus igniventris*)”.

“Los aceites producidos por las flores, también cumplen funciones ecológicas como la atracción de polinizadores y causar efectos alelopáticos, por lo cual este género tiene un uso potencial para controlar arvenses, plagas y enfermedades” (Harborne, 1985, citado por Celis *et al.*, 2008, p.97).

El investigador Jara (2013) afirma que desde el punto de vista económico:

La especie representativa del género *Piper* es la especie *Piper nigrum* conocida como “pimienta”, que se obtiene de las inflorescencias. Este comercio mueve millones de dólares por todo el mundo y desde la antigüedad ha sido de gran demanda. Los frutos en polvo se utilizan en forma de sinapismos y cataplasmas en afecciones pulmonares, bronquiales entre otros usos. En Colombia las especies de este género se conocen como anises y son utilizadas para el tratamiento de enfermedades como diarrea, dolores de estómago y cicatrizantes.(p.11)

Carmona (2013) comenta “que la actividad biocida del género *Piper* (insecticida, fungicida y bactericida) asociada a la toxicidad, radica en los diferentes metabolitos secundarios (flavonoides, terpenos, cumarinas, compuestos fenólicos, saponinas y esteroides) es atribuible a la presencia de

alcaloides, a las piperamidas”. En este sentido, Parra (2011) “expresa muchas sustancias obtenidas de especies de *Piper*, han sido utilizadas tradicionalmente como insecticidas, especias y fitomedicamentos” (p.11).

“En Urabá (Choco) los indígenas Katíos utilizan los tallos de *Piper marginatum* como dentífrico eficaz contra enfermedades dentales” (García, 1992, citado por Parra, 2011, p.14).

También, los metabolitos presentes en especies del género *Piper*, “pueden ser una alternativa para el control de plagas y enfermedades que afectan los cultivos” (Hermoso et al, 2003, citado por Parra A. J., 2011, p.11).

En muchos cultivos “se utiliza la siembra de *Piper aduncum* como repelente de plagas, esto se hace en medio de cultivos de café, entre otros” (Plazas, 2008, citado por Celis et al, 2008, p.97).

A nivel nacional, en el departamento del Cauca “se utilizan las hojas secas y trituradas hasta polvo de la especie *Piper tuberculatum* para eliminar los piojos” (García, 1992). Se observó que las “Tribus indígenas como los motilones en el Norte de Santander y los Embera en el Choco las utilizan como analgésicos, antiinflamatorios y contra picaduras de serpientes” (Plazas *et al*, 2008, p.136).

El investigador Portet et al., (2007) comentan que “la especie *Piper hostmannianum* var. *Berbicense*, es utilizada en la medicina tradicional como antimalárico, se le ha determinado actividad contra *Plasmodium falciparum* y se han aislado los compuestos responsables de esa

actividad, lo que ha permitido confirmar así su uso tradicional” (p.1312).

En Colombia, las especies de *Piper*;

son un elemento conspicuo de la vegetación en muchas áreas, en particular en el piedemonte occidental de la Cordillera Occidental, en los departamentos de la costa del Pacífico, en donde prosperan casi el 50% de las especies que se conocen para el país, muchas de las especies del género *Piper* son utilizadas como medicinales, antiinflamatorias o antibióticas. Generalmente se llaman cordoncillos y deshinchadoras Las hojas *Piper aduncum* en forma de decocción y en forma de tónico son usadas para controlar infecciones (disentería, blenorragia, leucorrea, etc)”. (García, 1992, p.222).

Los metabolitos presentes en especies del género *Piper*, “pueden ser una alternativa para el control de plagas y enfermedades que afectan los cultivos y en el tratamiento de enfermedades como leishmaniosis y la malaria” (Kaou et al., 2010, p.632).

En Ecuador *Piper carpunya*, conocida comúnmente como Guabiduca Dulce, es usada para combatir constipados intestinales, inflamación, y como protector gastrointestinal (Jørgensen, P.M. & S. 1999, p. 1182).

1.2.5 Principales especies de *Piper* con uso de los extractos vegetales

1.2.5.1 *Piper Nigrum*

Fue descrita por Carlos Linneo y publicado en Species Plantarum 1: 28. 1753. Es originaria de la India del sur. “Actualmente Vietnam es el mayor productor y exportador de pimienta del mundo, produciendo el 34% de la cosecha de *Piper nigrum* del mundo a partir de 2008” (Global Biodiversity Information Facility- GBIF, 2016).



Foto: (c) tlan yake, algunos derechos reservados (CC BY-NC-ND) www.naturallista.muc/photos/1532178

Figura 2. Piper Nigrum.

Tomado de <https://www.flickr.com/photos/90267219@N00/4096978231>. Tomada el septiembre 8, 2009

De acuerdo a la descripción de la planta por Forzza, R. C., (2010);

Es una especie perenne trepadora que puede crecer más de 4 m soportándose en árboles, enrejados o cualquier otro soporte. Se propaga fácilmente emitiendo raíces en cuanto los tallos tocan el suelo. Las hojas son alternas, enteras, de unos 5 a 10 cm de largo por 3 a 6 del ancho. Las pequeñas flores surgen en racimos pendulares en las axilas de las hojas, tienen de 4 a 8 cm de largo, aunque a medida que los frutos maduran se van alargando hasta medir unos 7 a 15 cm. El fruto es una drupa que se convierte en el grano de pimienta al madurar. Es cultivada por su fruto, que se emplea seco como especia. El fruto es una drupa (aproximadamente 5 mm) que se puede usar entera o en polvo.(s.f)

1.2.5.2. Piper aduncum

Fue descrita por Carlos Linneo y publicado en Species Plantarum 1: 29. 1753. En el Catálogo

de la biodiversidad de Colombia, presenta esta especie llamada comúnmente como “El Cordoncillo o Matico” es una especie que se reproduce por semillas, de hábitos arbóreo, crece altitudinalmente desde 100 hasta los 2400 m. s. n. m. Jiménez., Londoño y Piedrahita (2004). Es pionera en los estadios de sucesión secundarias o en sitios perturbados, como los claros de bosques y margen de caminos; en ocasiones puede formar densas poblaciones (Callejas 1997).

Esta planta atrae aves frugívoras (Jiménez et al. 2004), “es pionera en los estadios de sucesión secundarias o en sitios perturbados, como los claros de bosques y margen de caminos; en ocasiones puede formar densas poblaciones”. En Colombia esta especie se ha recolectado en todos los municipios Callejas (1997).



Fuente: Forest & Kim Star

Figura 3. Tomado de *Piper aduncum*

Tomado de: <http://luirig.altervista.org/pics/index5.php?recn=53290&page=1>. Bajada el día 15 de septiembre de 2016.

De acuerdo a la descripción de la planta por Callejas (1997), citado en el catálogo de la biodiversidad de Colombia, fichas/3578-2016:

Piper aduncum es un árbol pequeño de 2-6-(7) m de alto, profusamente ramificado, con nudos hinchados y prominentes, a menudo de color rojizo, tallos verde pálidos, amarillentos o de color marrón, parduzcos cuando jóvenes; entrenudos de 1-4, 8-(6) cm de longitud y 1,2-4,5 mm de diámetro, ocasionalmente glandular –punteados con glándulas de color amarillo pálido, glabros o densamente pubescentes a

esparcidamente pubérulos; los tricomas simples, uniseriados, rígidos (0,2 mm de longitud), subadpresos; ápice del vástago emergiendo de entre el profilo lanceolado, agudo en el ápice, 15-30 mm de longitud pubérulo. Hojas membranáceo-coriáceas, verde oscuras en el haz, verde pálida en el envés, lanceolado- elípticas a ovadas, levemente asimétricas, 10-18-(25) cm de longitud, 6-9 cm de ancho, inflorescencias curvadas en flor y/o fruto; flores densamente agrupadas sobre el raquis. Fruto redondeado-obpiramidal, ca. 1,2 mm de longitud, apicalmente truncado, glabro, de color marrón cuando seco.

“Esta planta contiene numerosos compuestos químicos, como cumarinas, flavonoides, alcaloides, monoterpenos, triterpenos, saponinas, safrol y fenoles”. (Taylor, 2006, p.2). Esta planta es utilizada en las zonas andinas “como un efectivo remedio contra disenterías y para la cura de llagas; La decocción de la raíz fresca es empleada en algunas regiones como excelente remedio en el tratamiento de hemorragias” (García, 1974).

1.2.5.3. *Piper tuberculatum*

Fue descrita por Jean Baptiste Christophore Fusée Aublet y publicado en Histoire des Plantes de la Guiane Françoise 1: 23. 1775. En el Catálogo de la biodiversidad de Colombia, presenta esta especie llamada comúnmente como “Cordoncillo, Pimienta o Pipilongo, de hábitos arbustivo o arbóreo”. El Pipilongo crece entre los 20-1300 m. s. n. M. (Alverson, 2000, pp. 1-79)

El *Piper tuberculatum* es una especie de “amplia distribución en toda la región neotropical donde crece en zonas costeras y en bosque seco o en sitios perturbados y expuestos de bosques de

tierras bajas y tipo pre-montano”. En Colombia esta planta se ha herborizado en todos los departamentos (Callejas, 1997 citado en el catálogo de la biodiversidad de Colombia, fichas/3578-2016).



Figura 4. *Piper tuberculatum*

Tomada por.: Humberto Sotelo Rodriguez. Corregimiento de Robles- Municipio Jamundí- Valle del Cauca. 10 Junio 2016.

De acuerdo a la descripción de la planta por Callejas (1997);

Arbustos o pequeños árboles, 1,5-6,5 m de alto profusamente ramificados, nudos prominentes y engrosados, tallos y ramas densamente lenticelados y verruculoso; entrenudos de 1,5-4-(6,5) cm de longitud, 1-3,5 cm de diámetro, esparcidamente tubérculos, glabrescentes, eglandulares, ápice del vástago emergiendo de entre el profilo y libre de la base foliar en los nudos que portan la inflorescencia. Hojas dísticas, membranáceas, verde opacas en la haz, verde pálida en el envés, de elíptico-oblongas a elíptico-lanceoladas u ovadas, levemente asimétricas, de subagudas a obtusas en el ápice, desiguales en la base, con los lados separados 10-4 mm por encima del pecíolo. Inflorescencias en todos los estadios; pedúnculo de 5-16 mm de longitud y 0,5-1,3 mm de diámetro, esparcidamente pubérulo y, ocasionalmente, papilado o verruculoso; espigas blancas en flor, verde pálida en fruto, 3-15 cm de longitud , 2,5 mm de diámetro; flores densamente agrupadas a lo

largo del raquis; raquis glabro; bráctea floral triangular, marginalmente, fimbriada, glabra en el centro, formando franjas horizontales alrededor de la espiga; flores tetraestaminadas; anteras elipsoidales; pistilo tricarpelado, tres estigmas sésiles. Fruto oblongo, 1-2 mm de longitud apicalmente truncando y depreso en el centro, glabro, de color marrón oscuro cuando seco.

“Las hojas, desecadas y reducidas a polvo, se emplean como insecticida para matar piojos; las frescas se usan como hemostático en las mordeduras de culebra y como remedio para reumatismo, la gota y contra los ascáridos”. (García, 1992).

1.2.5.4. *Piper hispidum*

En el Catálogo de la biodiversidad de Colombia, presenta esta especie llamada comúnmente como “Piper o Cordoncillo”, de hábito arbustivo. Árbol pequeño de hasta 5 m de alto, nodosa. Hojas elípticas, o elíptico ovadas de 11 - 19 cm de largo, por 4 a 11 cm de ancho. Flores en espigas, fruto pequeño (Escobar, 2001).



Figura 5. *Piper hispidum*

Tomado de: http://phytoimages.siu.edu/imgs/Cusman1/r/Piperaceae_Piper_hispidum_64454.html. Tomada 18 Feb 2013.

La especie *Piper hispidum* se encuentra ampliamente distribuida en las Antillas, Centroamérica y

la mayor parte de Suramérica. Es un arbusto nodoso, de tamaño y forma variable.

De acuerdo a Plazas et al, (2008) “las características morfológicas de esta especie son muy diversas que permiten diferenciarla en más de seis variedades, entre ellas *P. hispidum* SW, *P. hispidum* C.CD, *P. hispidum* H.B.K. y *P. hispidum* Kunth”.

Según Jardín Botánico del Quindío, esta planta tiene varios usos medicinales: “beber la infusión de las hojas por varios días actúa contra la amebiasis, también es efectiva para curar los dolores de cabeza, macerando sus hojas y colocándolas en la frente con un pañuelo en forma de cataplasma”.

1.2.5.5. *Piper angustifolium*

Esta planta va a tener una habitad bastante amplio pero principalmente se les encuentra en lugares donde el clima es templado tropical pero se ha encontrado ejemplares hasta a 3500 m.s.n.m. Abunda de manera especial en el Perú, Ecuador, Bolivia, Paraguay, Brasil y norte de Argentina, prefiere los lugares húmedos en las orillas de los riachuelos, en los fangos, etc. Se adapta fácilmente a cualquier clima Vander P. A. (1972).

Sus hojas y ramas contienen aceites esenciales, ácido artánico, resinas, sustancias amargas (maticina), taninos, alcaloides, saponinas, flavonoides triterpenoides. Los taninos contribuyen a su actividad cicatrizante; los flavonoides tienen propiedades antioxidantes y protectoras de la membrana celular.(p.88)



Flowering stems. Photograph by: *Ahmad Fuad Morad*

Figura 6. *Piper angustifolium*

Tomado de: <http://tropical.thefens.info/viewtropical.php?id=Piper+angustifolium>. Tomada 12 Julio 2011.

Según Matute (2009), las características del “matico” cordoncillo, moho-moho, hierba de soldado, son;

Es una planta dicotiledónea semi-arbustiva arbórea que presenta un tallo cilíndrico, ramificado leñoso que a su vez presenta nudos prominentes y abultados, también presenta hojas simples sésiles, estipuladas enteras alternas, penninervias de apariencia muy rugosa por el haz y con las nervaduras sobresalientes en forma de malla por el lado del envés. Presenta inflorescencia en espiga simple densa o compuesta con flores pequeñas hermafroditas aclamídeas desnudas acompañadas de una bráctea que va a tener un ovario supero con dos estambres. Su fruto va a ser una drupa y su semilla va a ser una semilla inseminal, no presenta cáliz y corola.

1.2.5.6 *Piper arboreum*

En el Catálogo de la biodiversidad de Colombia el “Cordoncillo”, es nativa de América tropical, de amplia distribución, que crece bien en los claros de los bosques húmedos de tierras bajas y de tipo pre montano, crece entre los 40-1800 m. s. n. m, En Colombia se conoce de todos los departamentos (Callejas 1997).

Plantado algunas veces como cerca viva, sus frutos son empleados como pimienta. *Piper arboreum* fue descrita por Jean Baptiste Christophore Fusée Aublet y publicado en *Histoire des Plantes de la Guiane Françoise* 1: 23. 1775.



Figura 7. *Piper arboreum*

Tomado de: <http://www.naturalista.mx/taxa/274192-Piper-arboreum>. Tomada febrero 9, 2008

Según Callejas (1997) citado en el catálogo de la biodiversidad de Colombia, fichas/3729-2016):

Son árboles pequeños, que alcanzan un tamaño de 1–5 m de alto, profusamente ramificados; tallos verde nítidos, entrenudos 2.5–4 cm de largo, teretes o estriados, glabrescentes. Hojas uniformes en forma y tamaño en todos los ejes, levemente asimétricas, elíptico-ovadas a elíptico-lanceoladas u oblongas, ápice acuminado. Inflorescencias erectas en todos los estadios, blancas en la antesis, verdes en fruto, pedúnculo 5–10 mm de largo, glabro, raquis 7–20 cm de largo, glabro, brácteas florales triangulares o deltoides, 0.2 mm de ancho, densamente fimbriadas, glabras dorsalmente, flores densamente agrupadas en el raquis formando bandas alrededor de la espiga, sésiles; estambres 4, filamentos tan largos como las anteras, éstas con dehiscencia oblicua, conectivo discreto y eglandular; pistilo oblongo con 3 estigmas sésiles. Frutos oblongos, 0.6–0.8 mm de largo, apicalmente truncados u obtusos, papilados, negros cuando secos.

1.2.5.7 *Piper auritium*

Fue descrita por Carl Sigismund Kunth y publicado en *Nova Genera et Species Plantarum* (quarto ed.) 1: 54. 1815[1816]. “Santa Marta” Hoja Santa (hoja sagrada), Yerba Santa (Planta Santo), Planta de cerveza de raíz., nativa de México a Colombia. Localmente utilizada como diurético (Callejas, 2001). Las hojas son cocinadas y comidas, son usadas para saborizar sopas y carnes (Williams, 1981).



http://caterpillars.myspecies.info/sites/files/piper_auritum-ejt3513.jpg

Figura 8. *Piper auritum*

Tomado de: <http://caterpillars.myspecies.info/taxonomy/term/17523>. Bajada 18 Sept. 2016.

Según la descripción biológica que hace Otero et al (2000) y Carnevali et al., (2010):

Éste arbolito alcanza los 4 m de altura. Sus tallos son cilíndricos, estriados, y tienen un fuerte olor a anís al ser machacados. Sus hojas son alternas, enteras, simples, de forma aovada algo acorazonada y terminan en punta. Sus flores son carnosas y se disponen en espigas erectas de color verde claro o grisáceo, de unos 20 cm de largo. Sus frutos son de color verde opaco. En realidad no es un arbusto o árbol pequeño; en realidad es más como una hierba gigante. Esta planta se propaga por los corredores subterráneos y puede invadir rápidamente un área. Cuando esta planta florece, produce numerosas flores, pero poco visibles. Las flores individuales no tienen sépalos o pétalos. Están dispuestos en inflorescencias pico que se elevan por encima de las hojas donde son polinizadas por pequeños escarabajos y moscas.

Como los picos de fructificación maduran, se hacen girar por debajo de las hojas. En la madurez del pico de fructificación es verde y carnosa y tiene muchas semillas similares al higo. Las semillas son dispersadas por murciélagos que se desprenden del pico, las aves desprenden partes del tallo y probablemente por otros.

Piper auritum produce compuestos químicos llamados safroles que dan las hojas y raíces un fuerte aroma de anís. Los efectos de estos compuestos no son conocidos, pero está comprobado que safroles que son cancerígenos en algunos animales. Los usos médicos son reportados en el área de distribución natural de esta planta para una amplia variedad de dolencias, pero su eficacia y seguridad no han sido verificadas. Las hojas se utilizan para dar sabor a la carne y los caracoles en Guatemala. En algunos lugares, las hojas se usan para envolver pescado para la cocción. En México son secadas o las hojas frescas se utilizan para platos o tamales. (Denslow, 2006).

1.2.5.8 *Piper darienense*

Fue descrita por Anne Casimir Pyrame de Candolle y publicado en *Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis* 16(1): 374. 1869 (Burger, 1971).

“Se llama “Duermeboca” en Panamá. En El Chocó, la planta se utiliza como un veneno para peces. El pueblo indígena Cuna de Panamá y Colombia, lo llaman Kana, y lo utilizan en un baño, para las mordeduras de serpiente y los resfriados. Desde Nicaragua hasta el norte de Colombia; por lo general el nivel del mar de 200 m” (Callejas P, 2014).



Figura 9. *Piper darienense*

Tomado de: http://farm8.static.flickr.com/7080/6896829816_1919d5baca.jpg. Bajada 8 octubre 2016.

Según la descripción botánica que hace Burger, W.C. 1971,

Son arbustos o sufrútices, que alcanzan un tamaño de 0.7–1 m de largo, laxamenteramificados; tallos verde pálidos, con entrenudos 4–12 cm de largo, estriados, papilados, glabros. Hojas uniformes en forma y tamaño, a lo largo de todos los ejes, simétricas, elíptico-ovadas a lanceoladas, de 8–17 cm de largo y 5–9 cm de ancho, ápice acuminado, base equilátera, obtusa o cuneada. Inflorescencias erectas en todos los estadios, blancas en la antesis, verdes en fruto, pedúnculo 0.4–0.6 cm de largo, glabro, flores laxamente agrupadas en el raquis sin formar bandas alrededor de la espiga, sésiles. Frutos ovoides, 2.5–3.5 mm de largo, apiculados y/o con un estilo corto, 3–4-sulcados, papilados, verde-cafés cuando secos. Frutas mayoría exertos, redondeadas, de 3 mm de largo, incluyendo el estilo débilmente papilados-puberulentas, débilmente acanalado, convirtiéndose tetragonous en el secado; semillas de color marrón.

1.2.5.9 *Piper phytolaccifolium*

Es una especie de planta de pimienta descritos por Philipp Maximiliano Philip Opiz. “Alcotán”,

se distribuye del sur de Guatemala al sureste de Panamá y Venezuela a Ecuador.



Florula Digital - sura.ots.ac.cr

Figura 10. *Piper phytolaccifolium*

Tomado de: http://sura.ots.ac.cr/florula/imgweb/piper_cyanophyllum_3985_05.jpg. Tomada 9 sept.2013.

Hace parte del sotobosque de arbustos puede alcanzar alturas de 5m . Arbusto, Frutos color verde. Hojas opacas. Tallos grisáceos con puntos amarillentos y puntos rojizos, inflorescencia inicialmente de color verde. Sus raíces machacadas se usan tópicamente como anestésico en caso de dolor de muelas (Callejas, 2001).

La descripción botánica que hace Todzia (2006),

Arbusto de hasta 1,6 m de altura, glabra. Pecíolo de 0,4-1 cm de largo , vaginada al medio o al ápice; membranosa cuchilla, no escabrosa, glandular - punteadas para densamente glandular de puntos y rayas, elípticas a ovadas, de 9-16 x 2.5-7 cm , ápice acuminado, base unida de manera desigual a diferencia pecíolo de 0,2-0,3 cm, aguda , glabra; , venas secundarias pinnadas veteados 4-6 por lado, procedentes de 2/3 inferiores de la vena principal, plana por encima, prominentes en adelante, terciaria venas reticulares. Inflorescencia erecta; pedúnculo 0,4-0,7 cm de largo; pico de 2-4 cm de largo, no apiculada; brácteas florales densamente marginalmente

con flecos. Infrutescencia erecto a pendiente, 0,6 cm de espesor; frutos globosos, 1-1.5 mm de diám., glabra, con el estilo persistente, estigmas 3, en el estilo de largo.

1.2.5.10 *Piper umbellatum*

“Santa María”, nativa de América tropical, en Sur América; Brasil, Bolivia y Perú, al norte del Caribe y América Central a través de México. Con habitas de bosques húmedos y matorrales, a menudo de crecimiento secundario, en elevaciones de hasta 1.500 metros.

Sotobosque de la selva tropical de hoja perenne, también en claros y en los márgenes de los ríos; siempre en localizado en zonas húmedas; en elevaciones de hasta 1.800 metros. Se encuentra preferentemente en terrenos húmedos y umbríos, sobre todo en áreas degradadas y en plantaciones de cacao (African Flowering Plants Database - AFPD, 2008).



es.wikipedia.org

Figura 11. *Piper umbellatum*

Tomado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Piper_umbellatum#/media/File:Flickr_-_João_de_Deus_Medeiros_-_Piper_umbellatum.jpg. 7 de noviembre de 2010

Planta con hojas grandes y delgadas, ovado-circulares, no peltadas; inflorescencias formadas por varias espigas agrupadas en la punta de un pedúnculo corto. Standley & Steyermark (1952). Cordoncillo es una “planta perenne suculenta, generalmente herbáceas, pero a veces más leñosas

y con un hábito de aleatorización. Gran parte ramificada desde cerca de la base, se produce tallos de hasta 4 metros de altura desde un rizoma leñoso. La planta aparece reunida en la naturaleza, se usa como medicina o alimento” (Forzza et al, 2010).

Las hojas se utilizan como purgante, y contra diversas molestias digestivas, al igual que la raíz. Se utiliza en ceremonias y en baños para combatir la hechicería, envenenamientos, fiebre y migrañas. Es símbolo de buena voluntad (AFPD, 2008).

El jugo de las hojas de esta planta es usado para quitar garrapatas del cuerpo. Se emplea la hoja en cataplasma para resolver hinchazones. Los compuestos de las hojas y raíces son irritantes en dosis altas y causan inflamación grave del tracto gastrointestinal. Se utiliza para veneno de las flechas. (Grijalva, 2006).

1.2.5.11 *Piper crassinervium*

Es una especie del género *Piper* conocida popularmente como “Jaborandi” Pariparoba, jaguarandi , jaguarandy,. Se encuentra en diferentes regiones de Sur América, como en la zona Andina Colombiana, gran parte de Venezuela, el sur-este de Brasil, el sur del Perú y el centro de Bolivia (Giraldo, 2012). Las frutas son una fuente importante de alimento para los murciélagos.

“Es una planta con uso ornamental, por el llamativo color y tamaño de sus espádices” (Barbosa et al. 2008).



Figura 12. *Piper crassinervium*

Tomado de: http://phytoimages.siu.edu/imgs/paraman1/r/Piperaceae_Piper_crassinervium_68976.html. 19 May 2013

Según Barbosa, Ruiz, García, y Gutiérrez (2008):

Hierba erecta menor a un metro de altura. Hojas de consistencia y grosor notables, ovales, en forma de punta de flecha bastante grande, a veces divididas en lóbulos y arrosetadas en la base de la planta. Las flores son muy pequeñas. El espádice, que a menudo se confunde con la flor del anturio, constituye el elemento de mayor atractivo siendo de color rojo, intenso.

La especie *Piper crassinervium* es un arbusto de tallos erectos, hojas alternas, simples y pecioladas. Entre las características anatómicas más importantes para la identificación se tienen: parénquima cortical con esclereidas radicales, la corteza del tallo con bandas discontinuas de colénquima y el tejido vascular discontinuo, constituido por dos círculos de haces vasculares colaterales; hojas dorsiventrales con estomas ciclocíticos y tetracíticos, con una a tres capas de células en el nervio medio. (Giraldo, 2012, pp.20-21). “El sistema de raíces es muy ramificado y se compone de raíces poco profundas, que salen de la base de la planta, sin distinción de una raíz principal” (Meyer *et al*, 2005).

1.2.5.12 *Piper pesaresanum*

Según lámina LXIX del Herbario de Mutis , se encuentra en la zona central colombiana, sobre todo en el sur de Antioquía y toda la región cafetera. Es un endemismo de la zona andina colombiana, crece en el piedemonte occidental de las Cordilleras Central y Occidental, en Antioquia y Cauca; esta especie habita en bosques húmedos y nublados de tipo montano, entre los 1800-2900 m. En Colombia se le aplica el nombre de «cordoncillo». Mutis (1908).



Giraldo, A. (2012).

Figura 13. *Piper pesaresanum*

Tomadode:http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/2705/5817G516_anexo.pdf;jsessionid=F0CC5037931DA621B83F94852BF0913A?sequence=2. Bajada 4 Octubre 2016.

Según la descripción botánica de Giraldo (2012);

Arbusto de 3-5-(9) m de alto, profusamente ramificado, tallos y ramas verde oscuros, con nudos prominentes; los entrenudos de 2,5-7 cm de longitud, 0,4-1 cm de diámetro, densamente pubescentes, hirtulos, con tricomas subadpresos o ascendentes, muy variables en longitud, con 6-15 células, 0,6-2,5 mm de longitud, blancos, oscuramente glandular-punteados; ápice del vástago emergiendo de entre el profilo y libre de la base en los nudos que portan inflorescencias; profilo prominente, elíptico-ovadas, 1,5-3 cm de longitud, densamente hirsuto en el dorso, glabrescente. Hojas dísticas, membranáceas a grueso-coriáceas cuando secas, verde

oscuros y nítidas en la haz, verde pálidas en el envés, de elíptico-ovadas a redondeadas, asimétricas, 4,6-13 cm de longitud, 5-12-(14) cm de ancho, largo acuminadas en el ápice, redondeadas a obtusas e inequilátera en la base, con un lado 4-10 mm por encima del pecíolo; hojas pinnatinervias en toda su longitud o sólo en dos tercios del nervio medio, con 5-9 pares de nervios secundarios divergiendo en ángulos de 45°-60°, Inflorescencias erectas en todos los estadios, apiculadas; pedúnculo robusto de 1-1,5 cm de longitud y 0,5-0,8 mm de diámetro, veloso; espigas blancas en flor, verdes en fruto, 7-15 cm de longitud, 0,8-1,2 cm de diámetro; flores densamente agrupadas en el raquis, raquis hirtulo, glabrescente; bráctea floral de oblonga a ligulada, 0,3-0,5 mm de longitud, glabra en la base, pilosa apicalmente, no formando franjas alrededor de la espiga.

1.2.5.13 *Piper carpunya*

Investigaciones reportan que las hojas de *Piper carpunya* (Guabiduca dulce) son ampliamente utilizadas en la medicina tradicional de los países tropicales y subtropicales de América del sur como anti-inflamatorio, anti-ulcera, antidiarreico y anti-parasitario así como dolencias o irritaciones en la piel. (Quintana, 2012, p.28).



Figura 14. *Piper carpunya*

Tomado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2601/1/56T00378.pdf>. Bajado 1 octubre 2016.

Es un arbusto de 2 a 6 metros de altura que habita principalmente en los Andes y en la Amazonía a una altitud de 1000 a 2000 msnm. Distribución: Perú (carpundia), Colombia (Antioquia, Nariño) (cordoncillo aromático u oloroso), Ecuador. (Ruiz, H., 2007, p. 280).

Habita en la cuenca del Amazonas sus hojas son aromáticas, y adquieren mayor fragancia cuando se hallan bien desecadas. Árbol de 8 metros de alto; ramillas con nudos hinchados; hojas alternas, elípticas, las inflorescencias son amentos. Se encuentra en bosque húmedo alrededor de los 1900 msnm. (Quintana, 2012).

Las hojas de *Piper carpunya* Ruiz & Pav. (Syn *Piper lenticellosum* CDC) (*Piperaceae*), son ampliamente utilizados en la medicina popular en los países tropicales y subtropicales de América del Sur como un anti-inflamatorio, anti-úlceras, antidiarreico y un remedio anti-parasitario, así como una dolencia de irritaciones de la piel, inflamación, y como protector gastrointestinal (Jørgensen, 1999).

1.2.5.14 *Piper longanum* o *longum*

También conocido como "pimienta larga", Pippali es una planta aromática que crece en la sombra y la humedad de los bosques de la India.

Cultivada por su fruto, que se emplea generalmente seco como especia y condimento. La pimienta larga es un pariente cercano de la planta de la pimienta negra, y tiene un gusto similar, aunque más picante. La palabra deriva del sánscrito Pippali.



Figura 15. Piper longanum o longum

Tomado de: <http://www.pukkaHerbs.com/pukka-planet/pukkapedia/pippali/>. Bajado 8 octubre 2016.

La descripción botánica de Ninoska, (2007);

Se trata de planta delgada, aromática, es una escaladora perenne, con raíces leñosas y numerosos oval amplia, hojas cordadas. La inflorescencia es una espiga cilíndrica, pedunculadas, la flor femenina tiene hasta 2,5 cm de largo y 4-5 mm de diámetro, la flor masculina es más grande y delgado. Los frutos son bayas pequeñas, ovoides, de color verde brillante negruzco, incrustados en estilete carnoso y delgado aromático escalador, perenne, crece como una enredadera. La planta es una dioica (con órganos reproductores masculinos y femeninos en flores separadas plantas separadas), esbeltas, perennes y un escalador aromática que crece bien en la sombra de los árboles. Es nativa de la región indo-malaya, se encuentra cada vez más salvaje en la selva tropical de la India, Nepal, Indonesia, Sri Lanka, Timor y Filipinas.

“El extracto de *P. longum* caracteriza por contener 1,75% de piperina (PLE) y piperlongumine casi puro (99,33%) aislado de las raíces de *P. longum* utilizados en un estudio fueron suministrados por Sami Labs Limited, Bangalore, India” (Vaishali, 2015)

1.2.5.15 *Piper acutifolium*

El matico es arbusto o árbol cultivado y silvestre de la familia de la pimienta (Piperáceas) de aproximadamente de 2 a 2.5 metros de altura que crece en la costa, selva alta y baja y en los valles interandinos (Taylor, L. 2006, p.1).

El investigador Seidemann, J. (2005) describe “las hojas de la planta son alternas y simples, ovaladas con el ápice terminal en punta., alterno, con peciolo de 0,5-0,8 cm; coriáceo, linear-lanceoladas, base aguda, ápice acuminado, nervadura pinnada, borde entero, escabrosas por ambas caras; de 8-12 cm de largo, 2-2,5 cm de ancho. Inflorescencia en espiga, opuesta a hoja; erecta, de 6-7 cm. Flores pequeñas, verdosas. Hábitat en los Matorrales”.



www.inkaplus.com/media/web/pdf/Matico.pdf

Figura 16. *Piper acutifolium*

Tomado de: <http://www.inkaplus.com/media/web/pdf/Matico.pdf>. Bajado 7 octubre de 2016.

En la página web Inkaplus.com (2016) “se le conoce tan bien con el nombre de “cordoncillo” y “hierba del soldado” los nativos lo conocen con el nombre de “potoima rao”. En remedio para el empacho. Esta planta crece como silvestre en muchos lugares del Perú, siendo aprovechado por menos del 5% de la población, se obtiene un jabón antiséptico de matico”.

CAPITULO 2.

2. LOS EXTRACTOS VEGETALES

2.1 Generalidades

Colombia comparte con Brasil el primer lugar mundial en término de biodiversidad y está identificado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente como uno de los 17 países megadiversos que albergan 70% de la biodiversidad mundial en solo 10% del territorio, con más de 54.000 especies registradas en la Infraestructura Mundial de Información sobre Biodiversidad–GBIF.

En el prólogo del libro “Pautas para el conocimiento, conservación y uso sostenible de las plantas medicinales nativas de Colombia”, se expone que:

Las plantas son uno de los grupos biológicos que ha sido parte importante del proceso de evolución biológica del planeta tierra. En la actualidad se encuentran habitando en el planeta alrededor de 260.000 especies, de las cuales al menos más del 10% habitan en las zonas terrestres y marinas del territorio colombiano. La heterogeneidad de plantas y de grupos humanos que residen en este territorio hace que se genere un gran vínculo entre las sociedades y los beneficios que les pueden proveer para su prosperidad. (Bernal, Garcia, & Quevedo, 2011).

Las plantas útiles son todas aquellas especies silvestres o semisilvestres, que por tener propiedades potenciales para el tratamiento o prevención de enfermedades o control de plagas empleadas como fitocontroladoras. Según, Palacios (2009) “son consideradas como portadoras de

sustancias o principios bioactivos de los metabolitos secundarios que están implicados en una serie de interacciones ecológicas, entre ellas las interacciones planta-planta, planta-microorganismos, planta-animales y planta-insectos” (p.209).

“El uso indiscriminado de sustancias tóxicas sintéticas ha ocasionado un impacto catastrófico en la salud humana, los ecosistemas agrícolas y la aparición de poblaciones de insectos cada vez más resistentes a estos productos, sino también un impacto ambiental negativo cada día más notorio, motivo por el cual se buscan métodos alternativos”. (Devine *et al.*, 2008,pp-74 - 100).

Se tiene la necesidad de reemplazar los productos químicos sintéticos por productos orgánicos o naturales en la agricultura, es de gran importancia el estudio y la investigación de los diferentes extractos vegetales que contienen sustancias bioactivas para confrontarlas frente a plagas, insectos, larvas, virus, hongos, bacterias y enfermedades causadas por éstas, para un buen control fitosanitario.

Rojas (2004), afirma “que el estudio de estos compuestos en plantas tropicales a nivel bioquímico, molecular y genético, es aún limitado. Dentro de las estrategias de bioprospección de la diversidad de muchos países como Colombia, la exploración y explotación del metabolismo secundario de plantas constituye un renglón importante” (pp. 67-77).

2.2 Los Extractos Vegetales

“Un extracto vegetal es una mezcla compleja, con multitud de compuestos químicos, obtenible por procesos físicos, químicos y/o microbiológicos a partir de una fuente natural y utilizable en cualquier campo de la tecnología” (Caldas y Paulina, 2012, p. 48).

“Un extracto vegetal se obtiene a partir de una solución resultado del tratamiento de plantas o partes de ellas, con un solvente, el cual es adicionalmente concentrado a través de evaporación, destilación o algún otro proceso” (European Commission Health & Consumer Protection Directorate-General, 2004).

Los científicos, Carrión & García (2010) precisaron el término de extracto vegetal:

que son aquellas partes de una planta que contienen en mayor o menor proporción uno o varios de los principios activos que se extraerán posteriormente; y son hojas, flores, frutos, tallos, raíces, semillas. Las hojas son ricas en heterósidos y alcaloides, el tallo es solo una vía de tránsito entre las raíces y las hojas sin embargo pueden tener los principios activos en la corteza o en la albura. La raíz extrae el agua con sales minerales del suelo y la bombea hacia las hojas, acumula a menudo azúcares, otras veces vitaminas y alcaloides; la flor también contiene principios activos sobre todo es rica en pigmentos.

Los aceites esenciales y los extractos vegetales son mezclas complejas de metabolitos secundarios, aislados de las plantas por diversos métodos. Los aceites esenciales y extractos vegetales cubren un amplio espectro de efectos

fitocontroladores mostrando diversas propiedades como repelentes, insecticidas, fungicidas, bactericidas, molusquicidas, antivirales, larvicidas, antimutagénicos, antioxidantes, inhibidores, desinfectantes, etc., además de ser productos menos tóxicos, biodegradables, y seguros para el medio ambiente (Kalemba and Kunicka, 2003, p.813).

2.2.1 Composición de los extractos vegetales

Taiz L., (2010) afirma “que a diferencia de los metabolitos primarios; los metabolitos secundarios su distribución se encuentra restringida en el reino vegetal, esto los ha hecho que solo se encuentren en una sola especie o en un grupo de especies relacionadas genéticamente” (pg. 672).

Los metabolitos secundarios están presentes en todas las plantas superiores, “usualmente con una alta diversidad estructural. El patrón de estos en una planta es complejo, cambia en un tejido u órgano específico; regularmente, se pueden observar diferencias entre diferentes estados de desarrollo, entre individuos y poblaciones” (Moreno, 2011). Estos compuestos “que participan en la defensa de la planta se les puede clasificar en dos grandes grupos: compuestos libres nitrógeno y compuestos que contienen de nitrógeno” (Taiz and Zeiger, 2010; Wink, 2010 citados por Carmona 2013 p. 3).

De acuerdo a Avalos (2009) algunos productos del metabolismo secundario;

tienen funciones ecológicas específicas como atrayentes o repelentes de animales. Muchos son pigmentos que proporcionan color a flores y frutos, jugando un papel

esencial en la reproducción atrayendo a insectos polinizadores, o atrayendo a animales que van a utilizar los frutos como fuente de alimento, contribuyendo de esta forma a la dispersión de semillas. Otros compuestos tienen función protectora frente a predadores, actuando como repelentes, proporcionando a la planta sabores amargos, haciéndolas indigestas o venenosas. También intervienen en los mecanismos de defensa de las plantas frente a diferentes patógenos, actuando como pesticidas naturales. (p.120).

2.2.2 Obtención de los extractos vegetales

2.2.2.1 Preparación de la muestra

Según Arraíza (2009) afirma que las muestras de materia vegetal;

se recolectan en la época elegida, antes, durante o tras la floración. Se obtiene una muestra completa, de hojas, flores y tallos, y raíces en caso de que interese estudiar algún principio activo contenido en ellas. Se dejan secar al aire hasta peso constante, y se separan hojas, tallos y flores, pesando cada una de las sub-muestras. Si es necesario, las plantas se trituran con un molinillo o simplemente a mano, en pequeños trozos.

2.2.2.2 Desecación

De acuerdo a la metodología de Carrión & García (2010), “la desecación puede realizarse de manera lenta cuando es necesario estimular la acción enzimática, o puede ser rápida cuando se quiere evitar la misma”. Conviene mencionar los tipos de desecación:

2.2.2.2.1 Desecación natural: “es un proceso lento, económico. Se pueden emplear

cobertizos, bandejas, telas metálicas galvanizadas, papeles extendidos sobre un armazón de madera, etc” (p.25).

2.2.2.2.2 Desección artificial: “permite un control de la temperatura, de la humedad y del tiempo que tarda el proceso. Es generalmente el más adecuado, de corta duración, útil en donde la humedad es muy elevada. Para la desecación artificial se puede utilizar: túneles de secado, torres de secado, estufa al vacío” (p.25).

2.2.3 Métodos de obtención de extractos vegetales. Extracción

Arraíza (2009) precisa que los extractos consisten en:

la fracción no volátil de los principios activos, es decir, aquellos que por no ser volatilizables o ser inestables con la temperatura, no se pueden obtener mediante destilación, sino que se obtienen mediante diversas técnicas de extracción, Entre los procesos extractivos de los diferentes fitoquímicos, aceites esenciales, etc. destacan las nuevas tecnologías de extracción entre las que se encuentra la extracción en fluidos supercríticos. Pero todavía a menudo se utilizan otros procesos extractivos más convencionales, como los de arrastre de vapor, los de extracción por solución y los de extracción por centrifugación. (pp. 111).

Caldas (2012) indica que los extractos de las plantas se diferencian;

no solamente por medio del solvente primario empleado, sino también por los pasos de preparación empleados. La extracción a partir de una planta vegetal con un solvente primario proporciona, en primera instancia, un extracto bruto o bien, un

extracto general no tratado. Sin embargo, si este extracto bruto se trata adicionalmente mediante pasos de purificación, es decir mediante la eliminación de partes fitoquímicos específicas no deseadas, o bien, mediante concentración de principios activos importantes deseados, entonces se obtienen extractos especiales óptimos, a diferencia del extracto bruto. (p.12).

2.2.3.1 Tipos de extracción

2.2.3.1.1 Percolación

Según la metodología de Shelles (1992) citado por Carrión y García (2010) “presenta una serie de técnicas que consiste en que el menstuo (generalmente alcohólico o mezcla hidroalcohólica que tiene fuerza para disolver otro cuerpo) atraviesa la masa de droga pulverizada siempre en un solo sentido, alcanzando concentraciones crecientes de modo que el equilibrio entre el solvente dentro y fuera del marco nunca se alcanza, por lo que la droga bañada siempre por nuevas proporciones de menstuo acaba por ceder todos sus componentes solubles de manera progresiva” (p.27).

2.2.3.1.2 Maceración

Se entiende por maceración 2al contacto prolongado durante cierto tiempo de la droga con el menstuo constituyendo un conjunto homogéneamente mezclado en el cual el menstuo actúa simultáneamente sobre todas las proporciones de la droga, circulando a través en todas las direcciones y sentidos y disolviendo sus principios activos hasta producirse una concentración en equilibrio con la del contenido celular” (Shelles ,1992, citado por Carrión y García, 2010, p.28).

2.2.3.1.3 Decocción

Llamada también cocimiento, “este procedimiento consiste en llevar a la mezcla de droga más menstroo a la temperatura de ebullición del agua, manteniendo esta temperatura durante un período variable que suele oscilar de 15 a 30 minutos” (Selles,1992 Citado por Carrión, 2010, p.29).

2.2.3.1.4 Infusión

Es el proceso en cual “se somete a la droga previamente humedecida al contacto con el solvente a una temperatura igual a la de ebullición del agua por cinco minutos, se deja enfriar hasta temperatura ambiente y se prepara al 5%2. (p.29).

2.2.3.1.5 Digestión

2Es una maceración realizada a una temperatura suave que oscila alrededor de los 50 o 60 °C”, (Selles, 1992 citado por Carrión,2010) Al aumentar medianamente la temperatura se consigue un mayor rendimiento de la extracción, puesto que disminuye la viscosidad del solvente para ingresar rápidamente al interior de las células y así extraer los principios activos”. (p.29).

2.2.4 Clases de extractos vegetales

“Los extractos según su consistencia y concentración de principio activo se clasifican en: extractos fluidos, secos, blandos y los crioextractos” (Selles,1992 Citado por Carrión, 2010, p.30).

2.2.4.1 Extracto fluido

Los extractos fluidos “son extractos de drogas que con la concentración prescrita de etanol, están preparados de forma que una parte de droga corresponde a una parte o dos partes del extracto fluido; teniendo en cuenta que 85 partes de droga seca corresponden a 100 partes

de planta fresca. Por lo general los extractos fluidos se obtienen por percolación” (Guerra 2005, p. 24).

2.2.4.2 Extracto seco

Los extractos secos “son aquellos que tienen una consistencia seca y son fácilmente pulverizables, se obtienen por evaporación del disolvente y desecación del residuo. Los extractos secos no deben presentar una humedad mayor del 5%” (Voigt, 1982). Presentan una concentración superior de principio activo que la droga original, son preparados estables (aunque en ocasiones resultan higroscópicos) y de fácil manipulación; como líquido extractor se utiliza alcohol de diversa concentración y agua. (Guerra 2005, p. 24).

2.2.4.3 Extractos Blandos

Poseen una concentración de principio activo superior a la de la droga original y tienen consistencia semisólida. El disolvente suele ser agua o mezclas hidroalcohólica. Los extractos blandos “son poco estables y resultan difíciles de manipular; por lo que no se utilizan” (Guerra 2005, p. 24).

2.2.4.4 Crioextractos

Se obtiene por molturación de la droga vegetal correctamente desecada, sometida a condiciones de congelación (-196°C), mediante inyección de nitrógeno líquido, de forma que los principios activos no se ven alterados por la acción del calor desprendido en un proceso de molturación y que dependiendo de la droga vegetal, puede llegar a ser hasta 70°C”. (Castillo, 2007). Los crioextractos resultan muy caros, pero son muy útiles para la obtención de proteínas y enzimas de ciertas especies (Guerra, 2005).

2.2.5 Estudios fitoquímico de *Piper*

Cabe destacar que de las especies del género *Piper* distribuidas por todo el mundo,;

Sólo el 12% de ellas han sido sometidas a estudios fitoquímicos, lo que corresponde a 84 especies. Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, así como el interés biológico de los metabolitos aislados, no cabe duda que aún queda mucho por investigar en la fitoquímica del género *Piper*. (Ninoska, 2007).

Según la recopilación de Carmona-Hernández, (2013) “entre los metabolitos secundarios reportados para este género hasta 2004 “se han identificado cerca 667 compuestos diferentes, distribuidos en 49 ligninas, 79 neoligninas, 97 terpenos, 39 propenilfenoles, 15 esteroides, 18 kawapirones, 17 chalconas/dihidrochalconas, 16 flavonas, 6 flavononas, 4 piperolidas”, y 146 misceláneos (Dyer L. *et al.*, 2004) y recientemente en 2012 se reportó 277 alcaloides/amidas. (Nascimento *et al.*, 2012).

Entre los compuestos más comunes se encuentran;

esteroles como el sisterol y stigmasterol, flavonoides mayoritarios como, 7,4-dimetoxy-5- hidroxiflavona, quercetina, kaemferol, tectocrisina y pinostrobinina; terpenos como la α - terpinina, γ -terpenina, terpinolina, α -thujene, transfitol, limonina y linalool, propenilfenoles como myristicina, pseudodillapiole, safrole, eugenol, eugenol metil éter y elemicina; entre los alcaloides/amidas presentes podemos encontrar cepharadiona A y B, guineesina, (2E,4E)-N-isobutildecadienamida, pipericida, piperina, piperina S, piplartina, Piperlonguminina. (Parmar *et al.*, 1997, p.597).

Virinder *et al.*, (1997) y Parra, (2011) realizaron una recopilación de información;

de la química de las especies de *Piper* que ha sido ampliamente investigada y los estudios fitoquímicos han conducido al aislamiento de numerosos compuestos fisiológicamente activos. Los estudios fitoquímicos sobre especies de *Piper* han revelado una amplia variedad de constituyentes, destacando los alcaloides, lignanos, neolignanos y terpenos. Así, de un total de 592 metabolitos aislados, 145 resultaron ser alcaloides, 47 lignanos, 71 neolignanos y 89 terpenos.

En este sentido, Parra (2011) “expresa que muchas sustancias obtenidas de especies de *Piper*, han sido utilizadas tradicionalmente como insecticidas, especias y fitomedicamentos, razones por las que se les han determinado diferentes actividades biológicas, entre las que se destacan la antifúngica, insecticida y antiparasitaria” (p.8).

“Diferentes amidas aisladas de especies como: *Piper hispidum*, *Piper tuberculatum* *Piper arboreum* cumplen también estas actividades biológicas” (Navickiene H. A., 2006).

En el aceite esencial para las especies *Piper crassinervium* y *Piper aequale*, se encontraron 52 y 58 compuestos respectivamente, los componentes encontrados en mayor proporción en *Piper crassinervium* fueron, Limoneno (19%), Germacreno D (16,7 %), sabineno (8,1 %), α – Pineno (7,6 %), Bicclogermacreno (4,7%), en *Piper aequale* Germacreno D (17.4), - Cadineno (4.9 %), β – Selineno (46 %), Trans - β

– Cariofileno (4.1 %), α – Gurjuneno (3.6%) (García-Paz, 2011, p.31).

Las especies del género *Piper* presentan “gran diversidad de compuestos, dada esta riqueza química y sus aplicaciones en la medicina tradicional, a muchos de los extractos y compuestos aislados se les han realizado diversos ensayos de actividad biológica, obteniéndose resultados promisorios” (Celis, 2008).

Químicamente los constituyentes más comunes de este género son “alcaloides, amidas como isobutilamina, piperidina y pirrolidina, propenilfenoles, lignanos, neolignanos, terpenos, flavonoides, kawalactonas, chalconas, butenólidos y epóxidos del ciclohexano entre otros” (Delgado *et al.*, 2007 citado por Celis, 2008).

En el género *Piper* se ha reportado la presencia de metabolitos;

“Como los del ácido mevalónico (monoterpenos y sesquiterpenos), metabolitos del ácido acético y shikímico (flavonoides) y relacionados al ácido shikímico (lignoides, arilpropanoides, amidas, etc.). Los metabolitos más frecuentes aislados son: amidas (cinnamoilamidas y alquilamidas); aristolactamas y otros alcaloides, flavonoides (flavona, dihidroflavonas, dihidrochalconas y o-metilflavonoides) notándose que la o-glicosilación es rara” (Navarro, 2004).

2.2.6 Componentes fitoquímicos del *Piper*

2.2.6.1. Compuestos Nitrogenados

Las amidas del género *Piper* (llamadas **piperamidas** o **alcamidas**) son los

metabolitos secundarios más característicos del género, han mostrado resultados de propiedades insecticidas y fungicidas. Las **piperamidas** que se encuentran en la cáscara del fruto son las responsables del sabor (sensación) pungente y picante en la pimienta. (Regnault-Roger, 2004, citado por Parra, 2011, p.9).

“La primera amida aislada de una especie *Piper* es la **piperina**. Otra amida encontrada es la **pipernonalina** aislada del fruto de *Piper longum*” (Parmar *et ál*, 1997).

“En especies como la *Piper tuberculatum* están constituidas por amidas como la **N-[10-(13,14-metilenedioxifenil)-7(E),9(Z)-pentadienoil]-pirrolidina** y la **arboreumina** las cuales poseen propiedades antifungicas”. (Vasques da Silva *et al.*, 2002, citado por Parra 2011, p. 10).

De las hojas de la *Piper arboreum* se han aislados **pirrolidinas** que son activas contra el hongo *Cladosporium sphaerospermum* (Silva y Kato, 2001). De los extractos en diclorometano de las hojas de *Piper elonatum* y *Piper glabratum* se han logrado aislar cuatro amidas: **4-metoxi-N-[2-(4-metoxi-5-hidroxi-fenil)-etil]-benzamida**, **4-hidroxi-N-[2-(4-metoxi-fenil)-etil]-benzamida**, **N-cis-feruloil-tiramina** y **N-pcumaroil-tiramina** (Jimenez, 2006).

Existen varios tipos de amidas aisladas de especies del género *Piper* y presentan diferentes actividades: “por ejemplo las **isobutilamidas pelitorina** y **guineensina** aisladas de *Piper nigrum* que presentan actividad insecticida” (Park *et al.*, 2002). De la especie *Piper longum*

“se ha aislado la amida **piperidinica piperonalina** la cual posee actividad insecticida” (Yang *et al.*, 2002).

Se han aislado numerosas amidas de especies de la familia *Piperaceae* que poseen una gran diversidad estructural, presentando unidades de **isobutilo, pirrolidina, dihidropirodona o piperidina** en su estructura. Así, podemos destacar por sus características estructurales las **piperarboreinas A y B9**, aisladas de *Piper arborescens*, así como **cefaranona B, piperdardina y pellitorina**, aisladas de los frutos de *Piper tuberculatum*. (Ninoska, 2007).

“Las amidas **N-[10-(13,14-metilendioxifenil)-7-(E), 9-(Z)-pentadienoil]-pirrolidina, N-[10-(13,14-metilendioxifenil)-7(E)-pentaenoil]-pirrolidina** y **N-[10-(13,14-metilendioxifenil)-7-(E), 9-(E)-pentadienoil]-pirrolidina** de tipo **pirrolidina** fueron aisladas de las especies *Piper arboreum* presentan actividad antifúngica” (Veasques da Silva *et al.*, 2002, citado por Parra, 2011).

2.2.6.2 Flavonoides

Los flavonoides son compuestos que contribuyen al color de las flores y frutos en la naturaleza. Los flavonoles (del latín flavus: amarillo) dan color amarillo o naranja, mientras las antocianinas proporcionan el color rojo, azul o violeta, es decir todos los colores del arco iris salvo el verde (Ninoska, 2007, p.71)

“De la especie *Piper carpunya*, fueron aisladas cuatro nuevas flavonas C-glicosidadas, **isovitexina, vitexina, 4'-O-metil-2''-O- α -L-ramnopiranosilvitexina, isómero de**

ramnopiranosil, isoemdigenina que presentan actividad antibacteriana y actividad antioxidante” (Quílez *et al.*, 2010, citado por Parra, 201, p.12).

“Del extracto de las partes aéreas de la especie *Piper septuplinervium*, se han logrado aislar dos compuesto de tipo flavonoide (**uvangoletina** y **chrycina**) que presentan actividad frente hongos fitopatogénicos” (Ávila y Cuca, 2011).

En los últimos años los flavonoides han despertado el interés debido al amplio espectro de actividades biológicas que presentan, “así podemos citar su acción antiviral, antimicrobiana, antiparasitaria, antioxidante, antimutagénica, anticancerígena y como modulador de la actividad enzimática” (Ninoska, 2007).

“De la especie *Piper hostmannianum* var. *Berbicense*, se han aislado dos flavanonas conocidas como **strobopinina** y **linderatona2** (Portet *et al.*, 2007)

En el género *Piper*, los principales tipos que se aislaron encontramos “**las flavonas, flavanonas, chalconas** y **dihidrochalconas**. Su actividad biológica variada, presenta actividad antibacteriana, antifúngica, destacándose su actividad antioxidante por los grupos hidroxilo de tipo fenólico presentes en la mayoría de sus estructuras “(Masuoka *et al.*, 2003).

2.2.6.3 Pironas

Compuestos de “tipo **α -pironas** conocidos como **kavapironas** o **kavalactonas**, se creía que eran marcadores **quimiotaxonómicos** encontrados en las raíces y rizomas de la especie *Piper methysticum*, sin embargo se han encontrado también en otras especies del género como en

la especie *Piper sanctum*” (Mata, *et al.*, 2004).

A este tipo de compuestos se le debe el efecto relajante. Cerca de 18 **kavapironas** han sido encontradas, estando en mayor proporción las denominadas “**kawaina, dihidrokawaina, yangonina, demetoxiyangonina, metisticina y dihidrometisticina**” (Dewik, 2009).

2.2.6.4 Lignanos y neolignanos

Parra (2011) recopiló información de los lignanos y neolignanos que hacen parte de los metabolitos secundarios representativos del género *Piper*.

Biosintéticamente se derivan del **ácido cinámico** por acoplamiento oxidativo de dos unidades C6-C3 dependiendo de los carbonos que generen la unión se hace la diferenciación entre *lignano* y **neolignano**. Lignanos de tipo **furofuránico** como la **sesamina, (+)-asarinina** y **fargesina** fueron aisladas de las inflorescencias de la especie *Piper sarmentosum* (Rukachaisirikul *et al.*, 2004).

Los lignanos de tipo **tetrahidrofuránico** también están presentes en el género *Piper*, y han sido aislados en la especie *Piper solmsianum*, dentro de los cuales encontramos (-)-**grandisina** y el (7 **R**, 8**R**, 7'**S**, 8'**R**)-3', 4'-**metilennodioxi- 3, 4, 5, 5'-tetrametoxi-7,7'-epoxilignano** (Martins *et al.*, 2000).

De la especie *Piper regnellii* se han aislado **neolignanos** denominados **eupomatenoide-3** y **eupomatenoide-5** con actividad antifúngica y actividad insecticida del **neolignano eupomatenoide-5** aislados de *Piper decurrens* (Chauret *et al.*, 1996).

De especies como la *Piper futodadsura* se han aislado neolignanós y lignanos como **kadsurenona**, (+)-**Galbelgin** y (+)-**Veraguensin** (Boluda, 2005). En otras especies como la *Piper sarmentosum* se han aislado lignanos de tipo **furofuranico** como la **sesamina** y **fargesina** (Parmar, et al., 1997).

Tambi3n se han logrado aislar algunos neolignanós de especies *Piper clarkii* y *Piper decurrens* como el **clarkinol**, **conocorpan** y **cuneifolin** (Parmar, 1996).

2.2.6.5 Piperolidos

Parra, (2011), encontr3 metabolitos junto con las Kavapironas son exclusivos de la familia *Piperaceae*. Estos compuestos poseen en su estructura un anillo lact3nico de 5 miembros α - β insaturado al grupo carbonilo, son derivados del 3cido cin3mico. Son marcadores quimio-taxon3micos de la especie *Piper sanctum* (Mata et al., 2004; Parmar et al., 1997), donde se aislaron los compuestos: **piper3lido**, **metilendioxi-piper3lido** y **7,8-epoxipiper3lido**.

2.2.6.6 Fenilpropanoides

Los fenilpropanoides son compuestos de inter3s por su uso como aromatizantes, existiendo numerosos ejemplos de su aplicaci3n en la industria alimentaria. Estos metabolitos son derivados de la ruta biosint3tica del **3cido shik3mico**, se caracterizan porque contienen una estructura sencilla tipo C6-C3 con diferentes sustituyentes como grupos hidroxilo, metilo y/o metilendioxi. Son importantes porque presentan una potente actividad biol3gica y est3n presentes en los aceites esenciales obtenidos de especies del g3nero *Piper* (Parmar *et al*, 1997).

Los fenilpropanoides tienen utilidad en la elaboración de fragancias y perfumes. Así mismo, presentan una amplia gama de actividades biológicas, tales como fungicida, nematocida, antimicrobiana y moluscocidas. Entre los compuestos que fueron aislados de varias especies, como *Piper aduncum*, *Piper auritum* (Nair *et al*, 1989), *Piper regnellii* (Benevides *et al*, 1999) y otros tipos de **fenilpropanoides** que se han aislado de *Piper mullesua* (Srivastava *et al.*, 2001) como el **apiol**, y **miristicina**, presentan actividad insecticida.

2.2.6.7 Terpenos

Los monoterpenos son en su mayoría son:

líquidos volátiles, aunque hay algunos sólidos, como el **alcanfor** o el **mentol**. Su principal función en la planta es la de atraer a los polinizadores a las flores y proteger los tejidos verdes del ataque de los herbívoros y de la infección microbiana, ya que muchos de ellos tienen propiedades bacteriostáticas y a menudo bactericidas (Ninoska, 2006).

Se han aislado diversos terpenos de especies de *Piper*, principalmente monoterpenos, sesquiterpenos de núcleos variados y diterpenos, siendo poco frecuentes los triterpenos.

“Así, entre las los terpenos más frecuente se encuentran el β -cariofileno, linalol y mirceno aislados de *Piper regnellii*, *Piper cernuu*, *Piper auritum*, *Piper guinense* y *Piper cubeba*”. (Parmar *et al.*, 1997).

Los monoterpenos como **borneol, alcanfor, cineol, eugenol, cubebol y safrol** y monoterpenoides como el **canfeno, limoneno, linalol, y sesquiterpenos y sesquiterpenoides** como **germacreno D, cubebol**, entre otros, son comunes en los aceites esenciales de varias especies de *Piper* (Parmar et al., 1997). Los compuestos **ishwareno, β -selineno y viridiflorol**, presentan actividad insecticida y fueron identificados del aceite esencial obtenido de *Piper gaudichanum* (De Moráis et al., 2007).

Se han aislado **triterpenos pentacíclicos** como el **ácido ursólico** y el **ácido 3 β - acetilursólico** aislados de la especie *Piper betle* y **esteroles** como **estigmasterol** y el **sitosterol** aislados de la especie *Piper* (Parmar et al., 1997).

En la especie *Piper auritum* se han identificado compuestos como **nonanal, miristicina y safrol**, siendo este último el de mayor concentración con alrededor de 90% (García, 2007).

2.2.6.8 Derivados de ácido Benzoico

Flores et al, (2000) describe que los derivados del ácido benzoico:

son metabolitos minoritarios presentes en el género *Piper* pero presentan importantes actividades biológicas. Como el ácido **3-(3,7-dimetil-2,6- octadienil)-4-metoxi-benzoico**, que tiene actividad biológica. El ácido **3-[(2E,6E,10E)-11-carboxil-3,7,15- trimetil-2,6,10,14-hexadecatetraenil]-4,5-dihidroxi-benzoico** y

el ácido **4-hidroxi-3-(3- metil-1-oxo-2-butenil)-5-(3-metil-2-butenil)-benzoico** fueron aislados de *Piper heterophyllum* y *Piper aduncum*

Estudios recientes sugieren que dicho compuesto interviene en los mecanismos de defensa de las plantas frente a los insectos. Del género *Piper* se han descrito “numerosos derivados del ácido benzoico con unidades de terpeno como por ejemplo **isopreno, geranilo, farnesilo** y **geranilgeranilo**, con diversas actividades biológicas” (Ninoska, 2007).

2.2.6.9 Otros Compuestos

En género *Piper* presenta una serie de compuestos que no son comunes de tipo alquenilfenol, compuestos con una potente actividad biológica tanto insecticida como antifúngica. “De *Piper villiramulin* se aislaron los compuestos llamados villiramulinas, que tienen efectos citotóxicos y actividad antibacteriana” (Galinis and Wiemer, 1993). “El compuesto gibbilimbol B aislado de los frutos de *Piper eriopodon* presenta actividad antifúngica frente a hongos fitopatógenos y actividad insecticida” (Muñoz, 2008).

CAPITULO III

3- ESTUDIOS SOBRE EL USO DE EXTRACTOS VEGETALES DE Piper CON ACTIVIDAD BIOLOGICA CONTROL DE PLAGAS AGRICOLAS

3.1 FUNGICIDAS NATURALES A PARTIR DE EXTRACTOS VEGETALES

“El concepto de agente antifúngico o antimicótico engloba cualquier sustancia capaz de alterar las estructuras de una célula fúngica, modificando su viabilidad o capacidad de supervivencia y por lo tanto inhibiendo su desarrollo directa o indirectamente” (Gregorí, 2005).

Scalvenzio, *et al*, (2016) “demostraron que el aceite esencial de *Piper aduncum*, en su máxima concentración mostro mayores porcentajes de actividad inhibitoria frente *Fusarium solani* (94%) y *Phytophthora sp.* (91%), *Rhizopus stolofiner* (82%), *Cladosporium cladosporoides* (74%). El compuesto más abundante es dillapiol (45.92%)”, (p. 39).

Para el control del hongo causante de la “enfermedad de Panamá” en los bananeros y de más de un centenar de enfermedades en otras tantas especies vegetales:

Sequeda y Castañeda *et al.*, 2015 utilizaron el aceite esencial de *Piper marginatum* contra *Fusarium oxysporum* con concentración >500 mg/ mL. La actividad antifúngica esta asociada con cariofileno trans- β -, β -pineno, y α -pineno. Estos investigadores aseguran que los extractos de *Piper marginatum* tiene actividad fitosanitaria y el uso botánico sobre todo en la inhibición de *Cladosporium cladosporoides*, y el crecimiento de hongos *Cladosporium sphaerospermum*, mediante el uso de 1 g de compuesto puro (p. 136).

Riofrío, Q. J. (2012) “determinó la actividad antifúngica del extracto de la planta *Piper carpunya* Ruiz & Pav. (Guabiduca dulce), contra dos cepas de hongos dermatofitos *Trichophyton mentagrophytes* y *Trichophyton rubrum*”.

Giraldo, A. (2012) evaluó la actividad antifúngica;

del extracto metanólico de *Piper pesaresanum*, contra el hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, para el control de la Sigatoka negra en cultivo banano y encontró

que inhibió la germinación de ascosporas en la fase sexual en un 100% y contra la fase asexual presentó 100% de la actividad, se puede considerar como un antifúngico natural potencial (p. 14).

Los autores de este estudio realizaron una encuesta de las investigaciones químicas y biológicas llevadas a cabo de las especies de *Piper*, ha revelado estructuralmente los diversos compuestos antifúngicos:

Encontraron un total de 68 compuestos que fueron aisladas de 22 especies de *Piper* (*P. hispidum*, *P. tuberculatum*, *P. arboreto*, *P. scutifolium*, *P. sarmentosum*, *P. rumbellatum*, *P. crassinervium*, *P. lhotzkyanum*, *P. marginado*, *P. solmsianu*, *P.*, *P. mollicomum dilatatum*, *P.*, *P. lanceaefolium hostmannianum*, *P. Caldense*, *P. aduncum*, *P. fulvescens*, *P.*, *P. abutiloides regnellii*, *P. betle*, *P. malacophyllum*, y *P. coruscans*). Wen-Hui y Xing-Cong, (2011) concluyeron que la mayoría de estos compuestos son antifúngicos; se evaluaron por el método bioautografía simple en contra diversidad de las especies de hongos agrícolas.

En cuanto a la actividad de los extractos etanólicos de hojas e inflorescencias, fracción y compuestos;

De la especie *Piper cf. cumanense Kunth* contra el hongo *Fusarium oxysporum f. sp. dianthi*, que es una especie de hongo causante de la *enfermedad de Panamá* en los bananeros, mostró un efecto inhibitorio promisorio sobre el crecimiento del hongo a la menor cantidad empleada CL50. Esta inhibición del hongo, se puede

atribuir al contenido de compuestos sesquiterpenos presentes en el aceite como el Germacreno D (22,81%), β -Cariofileno (10,40%) (Parra *et al.*, 2011).

“Del extracto de *Piper septuplinervium* se obtuvieron dos sustancias de tipo flavonoide, con actividad antifúngica contra dos cepas de hongos fitopatógenos: *Fusarium oxysporum f.sp. dianthi*, responsable del marchitamiento vascular del clavel, y *Botrytis cinerea* responsable de la enfermedad de hortalizas y frutas “moho gris o pudriciones de los tallo” (Ávila *et al.*, 2011).

Se evaluó “la actividad fungicida *in vitro* del aceite esencial de *Piper hispidinervum* contra los hongos *Bipolaris sorokiniana*, *Fusarium oxysporum* y *Colletotrichum gloeosporioides*. Se estimó el crecimiento del micelio o inhibición. La concentración de 200 μ g.mL⁻¹, inhibió totalmente al patógeno *Bipolaris sorokiniana*” (Zacaroni *et al.*, 2009).

Palacios *et al.*, (2009) “investigaron la actividad antifúngica de los extractos crudos de inflorescencias, hojas y tallos de plantas silvestres de *Piper tuberculatum* sobre los hongos *Microsporium gypseum*. Este hongo puede encontrarse en el suelo de los invernaderos y viveros”.

En este trabajo se evaluaron los extractos y fracciones de partes aéreas de *Piper abutiloides* Kunth;

contra la especie de hongo *Candida albicans*, *Candida. parapsilosis*, *Candida krusei*, *Candida glabrata*, *Candida tropicalis*, *Cryptococcus neoformans* y *Sporothrix schenckii*. Los resultados demostraron que la actividad antifúngica se

puede concentrar en la fracción hexánica después de la partición de su extracto hidroalcohólico de hexano y metanol acuoso al 90%. Se encontró tres compuestos antifúngicos: pseudodillapiol, Eupomatenoid-6 y conocarpan, el efecto más fuerte se observó para Eupomatenoid-6 contra *Candida glabrata*, que presenta un valor de concentración inhibitoria mínima de 0,3 microg punto (-1) (Johann et al., 2009, p. 499).

Los estudios reportados por Plazas, *et al*, (2008) “registran que se ha evaluado las hojas de las variedades *Piper Hispidum* SW y *Piper hispidum* H.B.K y de estas se han aislado amidas pirrolidínicas N-[7-(3',4'-metilendioxfenil)-2(Z)-4(Z)-heptadienoil]-pirrolidina y N-[5-(3',4'-metilendioxfenil)-2(E)-pentadienoil]- pirrolidina con actividad antifúngica contra el hongo *Cladosporium sphaerospermum*”.

Massuo y Mayza (2007) realizaron “bioensayos con *Piper crassinervium* y *Piper cernuum* que caracterizarón diversas amidas, prenilatados, compuestos fenólicos, y policétidos como potenciales agentes antifúngicos contra los hongos *Cladosporium cladosporioides* y *Cladosporium sphaerospermum*. Estos hongos *Cladosporium* se reportan como fitopatógeno foliar, causante de manchas cloróticas en hojas de lulo (*Solanum quitoense* L.)” (p. 529)

Un estudio realizado por Hernández y Vásquez (2007) comprobaron que “la aplicación de extractos vegetales de hojas de *Piper aduncum*, permite controlar, bajo condiciones *in vitro* y en plántulas, el desarrollo del hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, causante de la antracnosis en el tomate de árbol”.

Silva y Bastos (2007) “investigaron que fitopatógenos como *Crinipellis pernicioso*, *Phytophthora palmivora* y *Phytophthora capsici* son responsables de la baja producción de cacao, debido al ataque de hongos. Se utilizó el aceite esencial de *Piper marginatum*, para inhibir el crecimiento total de micelio con un valor MIC de 1.0 mL / ml para *Crinipellis pernicioso* y una concentración más alta para *Phytophthora palmivora* y *Phytophthora capsici*” (p. 143).

Los aceites esenciales de frutos de *Piper aduncum* y *Piper tuberculatum* mostraron la actividad antifúngica más alto con el MIC de 10 mg;

Según Navickiene *et al*, (2006) determinaron que los compuestos arboreumina, pellitorina, piplartina, piptartine y piperina aisladas de diferentes especies de *Piper arboreum*, *Piper tuberculatum* y *Piper hispidum*, poseen actividad antifúngica frente a *Cladosporium sphaerospernum* y *Cladosporium cladosporioides*. El estudio de los componentes volátiles de *Piper aduncum*, *Piper arboreum* y *Piper tuberculatum* mostraron el predominio de monoterpenos en frutas y tallos, mientras que los sesquiterpenos eran principalmente detectado en sus hojas.

Lago *et al.*, (2004) “descubrieron que el 2,2-dimetil-2H-cromeno-8-(3-metil-2-butenil)-6-carboxilato de metilo aislado de *Piper crassinervium* presenta actividad fungicida frente a *Cladosporium cladosporioides*”.

Se estableció que “pipernonalina, una amida presente en el extracto metanólico *Piper longum*,

es la responsable de que sea activa contra el hongo *Puccinia recóndita* (la roya de las hojas de los cereales) con un 91%” (Yang et al., 2002).

Silva et al. (2001) separaron “seis amidas y dos derivados antifungosos cinnamoyl derivados de semillas y hojas de *Piper tuberculatum*, estos compuestos mostraron actividad antifúngica contra *Cladosporium sphaerospermum*”.

Flores et ál, (2000) “encontraron que las especies con actividad antifungicida fueron: *Piper aduncum*, *Piper elongatum Vahl*, *Piper acutifolium*, *Piper pilliraneum* C.DC y *Piper hispidum* y evaluó *in vitro* su actividad contra *Neurospora crassa*, *Trichophyton mentagrophytes*, *Trychophyton rubrum*, y *Candida albicans*” (p. 9).

Se determinó que la piperonalina presente en la especie *Piper longum* ha mostrado una actividad fungicida moderada;

contra *Pyricularia grisea*, que ha sido considerada como la principal enfermedad del arroz y gramíneas debido a su amplia distribución y su poder destructivo bajo condiciones favorables. También demostraron que la actividad fungicida contra *Phytophthora infestans* que es un protista *fungoide* de la clase *Oomicetes* parásito de las plantas que produce una enfermedad conocida como tizón tardío de la papa o patata, tomate y otras solanáceas (Sung-Eun Lee et a., 2000).

“El éster metílico del ácido tabogánico, aislado de *Piper tabogatum* y *Piper dilatatum*, se ha

descrito por sus propiedades antifúngicas frente al fitopatógeno *Cladosporium cucumerinum*, un hongo patógeno de la planta que afecta a los pepinos” (Terreaux, 1998).

3.2 INSECTICIDAS NATURALES A PARTIR DE EXTRACTOS VEGETALES

Los estudios obtenidos en diferentes trabajos corroboran:

El mecanismo de acción de los bioinsecticidas está determinado por la ruta metabólica en la que interfiere, pueden actuar como tóxicos físicos, tóxicos respiratorios, neurotóxicos, tóxicos protoplásmicos, reguladores del crecimiento de los insectos, inhibidores de la síntesis de quitina, inhibidores de alimentación, reguladores del comportamiento, inhibidores de la fosforilación oxidativa, entre otras. Los insecticidas pueden hacer acción sobre uno o diferentes de los estados de desarrollo del artrópodo y se consideran ovicidas, larvicidas y adulticidas respectivamente si eliminan los huevos, la larva o el adulto (Arregui y Puricelli, 2008, p. 208).

Estudios han encontrado que los aceites esenciales tiene una baja toxicidad para el medio ambiente:

El aceite esencial de *Piper aduncum* contiene dillapiol, que ha demostrado ser eficaz contra varias plagas de los cultivos. Se estudio su eficacia contra ninfas y adultos de *Diaphorina citri*, (psílido asiático de los cítricos), es un hemíptero de la familia *Psyllidae*, cuya mayor importancia radica en ser transmisor de bacterias. Todos los tratamientos causaron mortalidad de 90-100% en ninfas. Los tratamientos

tópicos con aceite que contiene el 79,9 y el 85,4% dillapiol fueron efectivos (mortalidad $\geq 80\%$) en adultos. Sin embargo, el aceite esencial no mostró actividad residual contra los adultos (mortalidad $\leq 30\%$) (Volpe *et al.*, 2016, p.41).

Se ha evaluado la toxicidad del aceite esencial del género *Piper*, encontrando que:

El *Piper aduncum* contra el chinche *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: *Pentatomidae*), plaga del cultivo de la soja y algodón, que causa arrugamiento y chusamiento de los granos y aumento de la susceptibilidad a enfermedades post cosecha en los granos y semillas. Se evaluó los efectos letales sobre el rendimiento y respuesta sobre la concentración de los huevos (métodos de contacto y de inmersión), y sobre las ninfas y adultos (con aplicación tópica). El resultado fue en inmersión CL50 = 15,64 mg ml⁻¹, y por contacto CL50 = 21,29 mg ml⁻¹, que causan la muerte de los insectos (Turchen *et al.*, 2016).

La composición química volátil del aceite esencial de varias especies de *Piperáceas*:

Los compuestos mayoritarios encontrados en *Piper dilatatum* fueron el apiol 89,0% y trans-cariofileno (3,5%); en *Piper divaricatum*, eugenol (37,5%) y metil eugenol (36,3%); *Piper sp.*, α -gurjuneno (o guaieno) (24,9%) y elemol (14,2%); *Piper sanctifelicis*, α -3-careno (35,3%) y limoneno (27,1%); *Piper aduncum*, dilapiol (48,2%) y 1,8 cineol (11,4%). Que tienen actividad repelente contra el gorgojo de granos almacenados *Tribolium castaneum* Herbst. Los porcentajes de repelencia de

los aceites esenciales a una concentración de 1 µL/cm², a un tiempo de exposición de 2 horas frente al *Tribolium castaneum* fueron: *Piper aduncum* (99%), *Piper spp.* (96%), *Piper dilatatum* (82%), *Piper divaricatum* (76%), *Piper santifelicis* (33%), (Jaramillo-Colorado, 2015, p. 112).

La investigación de Oliveria *et ál.*, (2015) “encontraron que el aceite esencial de *Piper marginatum* utilizado en una proporción 1% de concentración, puede resultar en la eliminación de insectos en un 44,4% para el género *Diptera*, y porcentajes de mortalidad 33,3%, para los coleópteros, *Hymenoptera*” (p.229).

Cardoso-Almeida, (2014) establecieron que con “los extractos de *Piper nigrum* los insectos adultos de *Sitophilus zeamais*, son repelidos (79,25%). Las propiedades insecticidas del extracto con una mortalidad del 98% indicando la influencia de la dosis sobre la mortalidad del *Sitophilus zeamais* adulto”.

Carmona-Hernandez, (2013) investigaron “la actividad insecticida sobre *Drosophila melanogaster*, siendo *Piper amalago* la especie más tóxica, seguida de *Piper umbellatum* y *Piper aduncum*. Las especies estudiadas mostraron presencia alta de alcaloides, flavonoides, triterpenos y/o esteroides, con actividad bioinsecticida, a bajas concentraciones” (p. 67)

Costa-Neto *et ál.*, (2012) observaron que “algunos monos Capuchinos (*Cebus capucinus*) en Costa Rica, han utilizado tallos, hojas y semillas del *Piper marginatum* mezclado con saliva para repeler insectos frotándola vigorosamente a sus cuerpos”.

En esta investigación estimaron que “la efectividad insecticida del extracto y aceite esencial de hoja santa (*Piper auritum* H.B.K.) para el control de *Zabrotes subfasciatus* Boh. El análisis del bioensayo mostró que el extracto, provocó un 44% de mortalidad” (Salazar-Torres *et al.*, 2012, p.171).

Se evaluó “la actividad insecticida del aceite esencial *Piper marginatum* contra la hormiga de fuego *Solenopsis saevissima* (Smith) en una CL50 de 122,4 y 167 mg / L para quimiotipo A y B” (Rounak *et ál*, 2011).

“El extracto etanólico de *Piper auritum* provoca mortalidad significativa (<50%) de adultos de mosca blanca *Trialeudo vaporariorum* West.(Hemiptera: *Aleyrodidae*) a partir de 140 mg mL⁻¹” (Mendoza, 2010).

Mosquera *et ál.*, (2009) “valoraron la actividad insecticida *in vitro* de extractos *Piper umbellatum* en que se detectaron alcaloides, sesquiterpenlactonas y cardenólidos, responsables de la actividad insecticida contra la broca del café, causada por *Hypothenemus hampei*, especie de coleóptero curculiónido” (p. 45).

Se realizaron estudios con extractos de tres especies de la familia *Piperaceae*;

El *Piper nigrum*, *Piper guineense* y *Piper tuberculatum*, evaluados en insectos de cinco órdenes. Las tres especies contenían isobutil amidas, compuestos secundarios

que actúan como neurotóxicas contra los insectos. Los valores de LD50 de *Piper nigrum* comparados entre insectos-plagas y las especies más sensibles en orden del incremento de la concentración letal fueron: *Malacosoma americanum*, *Neodiprion sertifer*, *Yponomeuta cagnagella*, *Pyrrhalta viburni*, *Acalymma vittatum*, *Leptinotarsa decemlineata*, *Popillia japonica* y *Blissus leucopterus hirtis*. Los autores encontraron que *Piper sp.* también tienen una actividad repelente, protegen las hojas de las plantas de comedores de follaje, adultos, larvas y de ovoposición (Scott *et al.*, (2004), citado por Celis, 2008).

Soberon, (2006) “recopilo datos de actividad biológica del *Piper* en diferentes países; La especie amazónica *Piper rotundistipulum* se utiliza como insecticida”.

“La especie *Piper longanum* mostró actividad insecticida alta contra *Spodoptera litura* (Lepidoptera: *Noctuidae*), la polilla del gusano de la hoja oriental, es una polilla nocturna que se considera una plaga agrícola” (Park *et al.* 2002).

3.2.1 Larvicidas naturales a partir de extractos vegetales

Se evidenciaron que las especies del genero *Piper* entre las cuales;

Piper septuclinervium y *Piper subtomentosum*, son principalmente fuente de compuestos de tipo flavonoide y polifenoles capaces de interrumpir procesos bioquímicos normales de las células produciendo la muerte de estas y por ende la muerte de las larvas de *Spodoptera Frugiperda*, es una especie de lepidóptero de la familia *Noctuidae*, conocida como plaga agrícola por ser una plaga bastante

importante que ataca a diversos cultivos de importancia económica, tales como maíz (*Zea mays*) y algodón (*Gossypium spp.*) (Ávila, 2014, p.114).

Se valoraron “los extractos del género *Piper* como larvicidas frente a *Aedes aegypti* en su cuarto estadio larval, el extracto de *Piper pesaresanum* presentó actividad, obteniéndose una de mortalidad de 50% después de 24 horas y de 70 % transcurridas 48 horas de exposición” (Blandón, 2013, p.41).

Bazán-Calderón *et ál.*, (2011) “evaluaron la acción insecticida del extracto de *Piper tuberculatum* Jacq sobre larvas del II y III estadio y el estadio adulto del *Aedes aegypti* L. (Diptera: *Culicidae*) y *Anopheles pseudopunctipennis* (Diptera: *Culicidae*)” (p.135).

Varios estudios han revelado actividad insecticida de los aceites esenciales obtenidos de *Piper cf. cumanense* Kunth:

Estos mostraron que el aceite esencial presenta la mejor actividad contra tres plagas empleadas, por tener la menor CL50, contra las larvas de *Spodoptera frugiperda*. Esta actividad se puede atribuir al alto contenido de monoterpenos en el aceite esencial como α -Pino (23,51%) β -Pino (11,57%) y Linool (7,14%). Los resultados de actividad biológica indican que la especie *Piper cumanense* puede tener un potencial para ser empleada en el manejo integrado en plagas de almacén y campo, ya que presenta actividad contra *Sitophilus zeamais* plaga de los granos de maíz almacenados y *Spodoptera frugiperda* plaga que ataca los cultivos de maíz

(Parra *et ál.*, 2011).

“La especie *Piper marginatum* mostró actividad larvicida y disuasoria fuerte contra *Aedes aegypti*” (Autran *et ál.*, 2009).

También se ha reportado “actividad larvicida de los aceites esenciales de diversas especies de *Piper* (Morais *et ál.* 2007). Tales actividades se atribuyen a los alcaloides piperidínicos presentes en este género”.

Soberon *et al* (2006) valoraron “los extractos acuosos de *Piper auritum*, diclorometano-metanol y etanólico de hojas, tallos y espigas maduras, en larvas del tercer estadio de *Diatrea sacharalis* (Frabr.), con buenos resultados”.

Estos investigadores también utilizaron extractos de *Piper tuberculatum*:

como diclorometano-metanol y etanólico de espigas maduras y extracto diclorometano-metanol de plantas *in vitro* mostraron niveles significativos de mortalidad de las larvas de *Diatrea saccharalis*, conocida como el "barrenador del tallo", es una de las plagas más importantes del cultivo de maíz. Utilizaron extractos acuosos, diclorometano-metanol y etanólico de hojas, tallos y espigas maduras, en larvas del tercer estadio (Soberon *et al*, 2006).

Cruz, (2005) “investigo que los extractos metanólicos de raíz y hojas de *Piper aduncum* y *Piper*

tuberculatum presentan actividad larvicida del 100 % en contra *Stegomyia aegypti* (ACAMZ). También tienen actividad en el tercer y hasta el cuarto estadio contra *Anopheles albimanus*” (p. 51).

Se estimó la eficacia de los extractos de dos especies de *Piper*:

Piper nigrum L. y *Piper tuberculatum* Jacq. sobre las larvas y adultos del escarabajo de la patata de Colorado, *Leptinotarsa decemlineata* (Say). Determinando que las larvas jóvenes y recién nacidas eran las más susceptibles, así; en 24-h LD50 del extracto de *Piper tuberculatum* para las larvas de 4 días de edad, mientras que el extracto *Piper nigrum* redujo la supervivencia de las larvas hasta un 70%, después de una semana, en las plantas de papa *Solanum tuberosum*. El compuesto activo, piperina, es responsable de la inhibición de la enzima específica” (Scott et al., 2003).

3.3 BACTERICIDAS NATURALES A PARTIR DE EXTRACTOS VEGETALES

“Los compuestos antimicrobianos de origen vegetal están contenidos en las hojas, flores, frutos u otras partes de las plantas, estos compuestos como los fenoles pueden ser letales para la célula microbiana o simplemente pueden inhibir la producción de algún metabolito” (López-Malo, Palau y Alzamora, 2005, p.428).

Se realizó “el análisis químico, la actividad antimicrobiana y los efectos citotóxicos de los aceites esenciales (EOS) de hojas de *Piper aduncum* var. que demostraron una mayor actividad

frente a *Staphylococcus aureus* y *Leishmania amazonensis*” (Gutiérrez *et al.*, 2016).

Sánchez *et ál.*, (2014) efectuaron “el estudio químico y microbiológico del aceite esencial de *Piper auritum*, encontrando en la composición del aceite de las hojas y tallos, actividad antibacteriana, sobre los serovares I y III de *Xanthomonas albilineans* y *Acidovorax avenae* subsp. *avenae*, observándose una inhibición del crecimiento bacteriano”.

Se encontró que los extractos de la familia *Piperaceae*, que aunque “no mostraron actividad antimicrobiana en dos de las tres bacterias evaluadas *Pseudomonas aeruginosa*, *Escheriachia coli* y *Klebsiella pneumoniae*; el extracto de *Piper crassinervium* si presenta una actividad muy marcada contra *Pseudomonas aeruginosa*” (Vallejo, Feitosa, Goullart, Pires y Mosquera, 2014, p.34).

El trabajo de Sánchez *et ál.*, (2014) determinaron que:

La composición química del aceite esencial de *Piper hispidum* Sw. y su actividad antibacteriana sobre *Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson y *Xanthomonas campestris pv. campestris* (Pammel) Dowson. El aceite presentó una actividad antibacteriana ligera sobre *X. campestris pv. campestris* y marcada sobre *X. albilineans*, puede ser considerado como un antimicrobiano de esta última bacteria.

“El extracto etanólico de las hojas y raíces de las especies *Piper pseudochurumayo* no presentaron actividad antibacteriana mediante el método de difusión en agar, frente a las cepas

bacterianas de: *Staphylococcus aureus*; *Escherichia coli*; *Pseudomona aeruginosa*, y *Klebsiella pneumoniae*” (Narváez, 2012, p.65).

Giraldo A. (2012) “valoró la actividad antibacteriana de los extractos de *Piper pesaresanum* que fueron activas contra *Staphylococcus aureus*, además se logró identificar piperamida con características estructurales similares a la piperida”.

“Los extractos de la especie *Piper porphyrophyllum* presenta una elevada actividad frente a bacterias como *Staphylococcus aureus*” (Ahmad, 2010).

Se realizó un trabajo de investigación que muestra “una actividad de extractos acuosos del matico *Piper Angustifolium* frente a *Pseudomonas aeruginosa*; bacteria Gram-negativa, aeróbica, y de extractos orgánicos frente a *Staphylococcus aureus*; es una bacteria anaerobia facultativa” (Menéndez, 2010, p.44).

Rivera (2008) “determino la actividad de los aceites esenciales *Piper aeruginosibaccum* contra bacterias y levaduras presentando actividad contra *Mycobacterium smegmatis* y *Bacillus subtilis*” (p.4).

Se evaluaron los extractos etanólicos de las especies *Piper* entre ellas:

Piper tricuspe, *Piper peltatum*, *Piper gorgonillense*, *Piper multiplinervium*, *Piper tuberculatum* y *Piper hispidum*, para determinar su actividad antibacteriana *in vitro* contra microorganismos patógenos *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*,

Escherichia coli, *Pseudomona aeruginosa*, *Salmonella tiphy*, *Klebsiella pneumoniae*. Los resultados mostraron que todas las especies de *Piper* presentan algún tipo de actividad biológica contra *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* y *Escherichia coli* (Pino-Benítez, 2008, p.67).

Se determinó la actividad antimicrobiana (bacterias y levaduras) de extractos y aceites,

Evidenciándose actividad significativa ($P < 0.10$) del extracto *Piper umbellatum* (diclorometánico), *Piper jacquemontanium* (diclorometánico y metanólico) contra *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Mycobacterium smegmatis*. Los extractos de *Piper jacquemontanium* presentaron una concentración inhibitoria mínima (CIM) de 0.5 mg/mL contra *Bacillus subtilis* y *Mycobacterium smegmatis* (Gómez, 2008, p.1).

Se realizó un estudio sobre el extracto metanólico crudo;

de algunas fracciones orgánicas y compuestos aislados de *Piper solmsianum* C. DC. var. *solmsianum* (Piperaceae) por su posible actividad antimicrobiana contra las bacterias Gram-positivas y Gram-negativas. La concentración mínima inhibitoria (MIC) y concentración bactericida mínima (MBC) se determinaron que muestra una excelente actividad, particularmente contra las bacterias Gram-positivas (*Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus saprophyticus* y *Streptococcus agalactiae*). Parece que la actividad antimicrobiana se relaciona

principalmente con la presencia de conocarpan y Eupomatenoid-5 (neolignanos) (De Campos *et al.*, 2005, pp. 1527 - 1530).

Se efectuó la estimación de la actividad de los extractos de las hojas de *Piper regnellii* frente a bacterias gram-positivas;

Encontrando que el extracto acuoso mostró una débil actividad frente a *Staphylococcus aureus* y *Bacillus subtilis* con una concentración mínima inhibitoria (MIC) y concentración bactericida mínima (MBC) de 1000 microgramos / ml. Mientras que el extracto de acetato de etilo presentó una buena actividad frente a *Staphylococcus aureus* y *Bacillus subtilis* con MIC y MBC a 15,62 microgramos / ml. Los compuestos antimicrobianos identificados fueron Eupomatenoid y conocarpan, respectivamente (Pessini *et al.*, 2004, p. 1115).

Se realizó la evaluación de la actividad biológica de *Piper fallens* (diclorometánico), *Piper umbellatum* (diclorometánico y hexánico), *Piper peltatum* (diclorometánico), *Piper jacquemontianum* (diclorometánico y metabólico) y *Piper phytolaccifolium* (diclorometánico), los cuales inhibieron el crecimiento de *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Mycobacterium smegmatis*” (Cruz *et al.*, 2006, p.51).

El científico indio Srivastava *et al.*, (2001) “realizó un estudio de la actividad antibacterial de aislamientos de *Piper longum*. Los compuestos aislados de *Piper longum* fueron activos contra bacterias Gram-positivas y moderadamente activas contra bacterias Gram-negativas”.

En el género *Piper* “se ha encontrado compuestos de tipo amida como la aduncamida y pirrolidina presente en la especie *Piper aduncum* que posee actividad antibacterial frente a *Bacillus subtilis* y *Micrococcus luteus*” (Orjala, 1993).

CONCLUSIONES

- En el análisis documental se descubre que la química de las especies de *Piper* ha sido moderadamente investigada y los estudios fitoquímicos han conllevado al aislamiento y conocimiento de variados compuestos, destacando los alcaloides, lignanos, neolignanos, flavonoides y terpenos con actividad biológica contra plagas y enfermedades con resultados muy positivos en su control.
- Los estudios fitoquímicos realizados a las especies de *Piper* han revelado una amplia variedad de metabolitos secundarios, con énfasis en la actividad biológica contra las plagas,

insectos, larvas, virus, hongos, bacterias y enfermedades causadas por éstas, y puede convertirse en una alternativa promisorio, que busca productos menos tóxicos, biodegradables, y seguros para el medio ambiente y la salud humana y de gran importancia para la agricultura, y la agroindustria.

- En Colombia de las especies *Piper* nativas, que ha despertado mayor interés científico es *Piper tuberculatum*, por su riqueza fitoquímica, ya contiene amidas isobutílicas, piperidina, dihidropiridona y piperidina, obtenidos de los extractos crudos de inflorescencias, hojas y tallos de plantas silvestres, en el uso biológico de nuevos agentes biocontroladores de plagas y enfermedades a nivel agrícola, y otros metabolitos secundarios muy importantes que se utilizaran como materias primas para el sector alimenticio y en el campo de la medicina tradicional.
- Las investigaciones y estudios de estos compuestos en plantas promisorias a nivel bioquímico, molecular y genético, es aún incipiente. Dentro de las estrategias de bioprospección de la biodiversidad de países como Colombia, las perspectivas de exploración y explotación del metabolismo secundario de plantas constituye un renglón muy importante, que puede hacer parte de un proceso de transformación hacia el modelo de negocios verdes.
- Las investigaciones no están siendo aplicadas al mercado, se debe promover la transferencia tecnológica y explotación de resultados de investigación, que apunten a la valorización y uso sostenible de la biodiversidad y la aplicación comercial de la

biotecnología.

RECOMENDACIONES

- En el futuro, será necesario formular nuevos estudios sobre el aislamiento, purificación, identificación, bioactividad y aplicación en campo de todos estos metabolitos secundarios aislados de la especie *Piper*, con el fin de obtener nuevos productos de control biológico como los bioinsecticidas, biofungicidas y biobactericidas que se puedan emplear en el manejo integrado de plagas en cultivos de interés comercial.
- Realizar un inventario de plantas de la familia *Piperaceae* en Colombia, con muestreos en diferentes regiones para identificar otras especies de *Piper* y continuar así con la investigación fotoquímica y biológica del género.

- Evaluar otras partes de la planta para determinar si presentan actividad fitoquímica y si existe diferencia en cuanto a la composición química.
- Realizar estudios agronómicos de propagación de las especies promisorias con el fin de generar cultivos sustentables a largo plazo.
- Se debe continuar con las investigaciones aplicadas en los campos químico, biológico y agronómico de estas especies potenciales con el objetivo de llegar a obtener productos comerciales que pueda tener un uso medicinal, agrícola, aromático y/o cosmético, que tengan bajo impacto ambiental, que sean selectivos, efectivos, biodegradables y de bajo costo.
- Investigar y explorar con nuevos organismos que causan importantes daños y enfermedades en las plantas de interés agrícola con compuestos fitoquímicos contenidos en los extractos y aceites esenciales del genero *Piper*.

REFERENCIAS

African Flowering Plants Database - AFPD. 2008. Base de Donnees des Plantes a Fleurs D'Afrique.

Agardh, C., 1824. Piperaceae. *Aphor. bot.*: 201.

[http://bibdigital.rjb.csic.es/Imagenes/Ff\(8\)MUT_Fl_Exp_Bot_N_Gra_13/MUT_Fl_Exp_Bot_N_Gra_13_021.pdf](http://bibdigital.rjb.csic.es/Imagenes/Ff(8)MUT_Fl_Exp_Bot_N_Gra_13/MUT_Fl_Exp_Bot_N_Gra_13_021.pdf)

Ahmad, F., Emrizal, 2010. Antimicrobial and anti-inflammatory activities of *Piper porphyrophyllum* (Fam. Piperaceae). *Arabian Journal of Chemistry*.

- Arraiza, B.-C. M. 2009. *Uso de plantas aromáticas y medicinales*. Universidad Politecnica de Madrid, Madrid.
- Arregui, M.C. & Puricelli, E. 2008. *Mecanismos de acción de plaguicidas*. Ed. Dow AgroSciences, Bs. As. p. 208.
- Autran, ES; Neves, IA; Da Silva, CSB; Santos, GKN; da Câmara, CAG; Navarro, DMAF. 2009. *Chemical composition, oviposition deterrent and larvicidal activities against Aedes aegypti of essential oils from Piper arginatum Jacq. (Piperaceae)*. Bioresource Technology 100: 2284-2288.
- Avalos, A. P.-U. 2009. *Metabolismo secundario de las plantas*. Reduca (Biología) Serie Fisiologica Vegetal, 2(3), 145.
- Ávila M. M. C. 2014. *Estudio fitoquímico de dos especies del género Piper (Piper subtomentosum, Piper septuplinervium) (Piperaceae) y determinación de actividad insecticida sobre Spodoptera frugiperda (Lepidóptera)*. Tesis. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias, Departamento de Química Bogotá, Colombia
- Ávila M., Prieto J., Cuca L., 2011. *Flavonoides con Actividad Antifúngica Aislados de Piper septuplinervium (Miq.) C. DC. (Piperaceae)*. Revista Colombiana de Química.
- Ávila, M. M. C.; Cuca, S. L. E.; Cerón, S. J. A. 2014. *Actividad insecticida sobre Spodoptera frugiperda (Lepidóptera: Noctuidae) de los compuestos aislados de la parte aérea de Piper septuplinervium (Miq.) c. dc. y las inflorescencias de Piper subtomentosum Trel. & Yunck. (Piperaceae)*. Quím. Nova vol.37 no.3
- Barbosa-C.C., Ruiz-A. C. A., García-Q. H., Gutiérrez-H. T. D. (2008) *Guía ilustrada de plantas destacadas del Santuario de Vida Silvestre Los Besotes, Valledupar, Cesar, Colombia. Con descripciones y anotaciones sobre distribución, aspectos ecológicos*

y usos locales. Bogotá, Colombia.

Bazán-Calderón, J.; Ventura-Flores, R.; Kato, Massuo J.; Rojas-Idrogo, C.; Delgado-Paredes, G.E.

2011. *Actividad insecticida de Piper tuberculatum Jacq. sobre Aedes aegypti L. (Diptera: Culicidae) y Anopheles pseudopunctipennis Tehobal (Diptera: Culicidae)*. Anales de Biología 33: 135-147

Benevides, P. J. C., Sartorelli, P. c., Kato, M. J., 1999. *Phenylpropanoids and neolignans from Piper regnellii*. Phytochemistry 52, 339-343.

Bernal, H. Y., García, H. M., Quevedo S. G.F. 2011. *Pautas para el conocimiento, conservación y uso sostenible de las plantas medicinales nativas en Colombia: Estrategia nacional para la conservación de plantas*– Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Blandón O. A. M.. 2013. *Evaluación de actividades biológicas de 34 extractos metanólicos de plantas de la ecorregión cafetera colombiana*. Proyecto de grado. Universidad Tecnológica de Pereira. Escuela de Química.

Boluda C, 2005. *Lignanos: actividad farmacológica*. Revista de Fitoterapia,

Burger, W.C. 1971. Family 41. *Piperaceae*. En: W. C. Burger (ed.), Flora Costarricense. Fieldiana, Botanica. 35: 5–218.

Caldas Á.A. P. 2012. *Optimización, escalamiento y diseño de una planta piloto de extracción sólido líquido*. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad de Cuenca.

Callejas R. 2001. *Piperaceae Vol.II*. Missouri Botanical Garden. USA.

Callejas. P., R. 1997. *Piperáceas de la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada*. Tomo XIII. Madrid.

- Callejas P., R. 2014. Piperaceae. En: Manual de Plantas de Costa Rica. Vol. VII. B.E. Hammel, M.H. Grayum, C. Herrera & N. Zamora (eds.). Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 129: 6–326.
- Cardoso-Almeida F., Da Silva-Júnior, P., De Paula, Q., Figueiredo-Neto, A., Cárdenas, Bienvenido G. Rojas. 2014. *Eficiencia de extractos vegetales como insecticida sobre Sitophilus zeamais en granos de maíz almacenados*. Rev. Cie Téc. Agr. vol.23 no.2.
- Carmona-Hernández, Or. 2013. *Actividad insecticida de extractos foliares de nueve especies del género Piper L. (Piperaceae) sobre Drosophila melanogaster*. Tesis. Universidad Veracruzana. Xalapa.
- Carnevali, F. C., G., J.L. Tapia-Muñoz, R. Duno de Stefano, & I. Ramírez Morillo (Editores Generales). 2010. *Flora Ilustrada de la Península de Yucatán: Listado Florístico*. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C., Mérida Yucatán, México. 328 pp.
- Carolus L. Species Plantarum, Stockholm 1762–3". Collection Highlight Summer 2007. University of Aberdeen. 2007. Retrieved October 20, 2013.
- Carrión, A., & Garcia, C. 2010. *Preparación de extractos vegetales: Determinación de eficiencia de metódica*. Tesis, Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas, Cuenca.
- Castillo, G. E. 2007. *Manual de Fitoterapia*. Madrid: Elsevier.
- Celestino J. 1997. *Flora de la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada*. Ediciones Cultura Hispánica. Madrid.
- Celis, A., Mendoza, C., Pachón, M., Cardona, J., Delgado, W., Cuca, L., 2008. *Extractos vegetales*

utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. Agronomía Colombiana 26, 97-106.

Chauret, D. C., Bernard, C. B., Arnason, J. T., Durst, T., Krishnamurty, H. G., Sanchez- Vindas, P., Moreno, N., San Roman, L., Poveda, L., 1996. *Insecticidal Neolignans from Piper decurrens*. *Journal of Natural Products* 59, 152-155.

Costa-Neto, E.M., 2012. Zoopharmacognosy, the self-medication behavior of animals. *Interfaces Científicas -Saúde e Ambiente*; 1(1):61-72.

Rounak, S., Apoorva, K., Shweta, A., *Zoopharmacognosy (Animal self medication): A review*. *Internat J Res Ayurveda Pharm* 2011;2(5):1510-1512.

Cruz S. M, et al. 2005. *Caracterización de aceites esenciales y evaluación de la Actividad Biocida de Cinco Especies Nativas de Piperaceas*. *Tikalía* 23; 2: 51-67.

Cruz, S., Gómez, A., García, V., Álvarez, L., Cáceres, A., Morales, J., Cobar, O., Samayoa, C., Orozco, R y Gaitan, I. 2006. *Caracterización de Aceites Esenciales y extractos de ocho especies Mesoamericanas de Piperaceas y evaluación de la actividad biocida para su aprovechamiento como nuevos recursos aromáticos y/o medicinales*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas (IIQB).

De Campos, M.P., Cechinel Filho, V., Da Silva, R.Z., Yunes, R. A., Zacchino, S., Juarez, S., Bella Cruz, R.C., Eacute, Bella Cruz, A., 2005. *Evaluation of Antifungal Activity of Piper solmsianum C. DC. var. solmsianum (Piperaceae)*. *Biological & Pharmaceutical Bulletin* 28, 1527-1530.

De Morais, S. M., Facundo, V. A., Bertini, L. M., Cavalcanti, E. S. B., Anjos Júnior, J. F. d., Ferreira, S. A., de Brito, E. S., de Souza Neto, M. A., 2007. *Chemical composition*

and larvicidal activity of essential oils from Piper species. Biochemical Systematics and Ecology 35, 670-675.

Delgado, B. E.; García-Mateos, Ma.; Ybarra-Moncada, Ma.; Luna-Morales, C.; Martínez-Damián, Ma.. 2012. *Propiedades entomotóxicas de los extractos vegetales de Azaradichta indica, Piper auritum y Petiveria alliacea para el control de Spodoptera exigua Hübner*. Revista Chapingo Serie Horticultura 18(1): 55-69

Delgado, W., M.E. Pachón, A. Celis, C. Mendoza, J.O. Cardona, M. Bustamante, M. Daza, L.E. Cuca. 2007. *Informe técnico de avance proyecto “Bioprospección participativa de comunidades vegetales asociados a la familia Piperaceae en la región del Sumapaz medio bajo occidental”*. Colciencias-Universidad Nacional de Colombia-Universidad de Cundinamarca. 55 p.

Denslow, J. S. & Duane N.. 2006. Institute of Pacific Island Forestry Report. USDA

Devine, Gregor J., Eza, D., Ogusuku, E. Furlong, Michael J. 2008. *Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas*. Rev. Perú Med. Exp. Salud Pública.

Dewik, P. M., 2009. Medicinal Natural Products: A Biosynthetic Approach. Jhon wiley & Sons, segunda edición. pp. 166-167.

Dyer, L.A. & A.D.N. Palmer. 2004. *Piper: a model genus for studies of phytochemistry, ecology, and evolution*. Kluwer Academic/ Plenum Publisher, New York. 214 p.

European Commission Health & Consumer Protection Directorate-General. Directorate E- Food Safety: plant health, animal health and welfare, international questions E1 – Plant health. 2004. *Concerning the data requirements for active substances of plant protection products made from plants or plant extracts*.

FAO. Food and Agricultural Organization. 2015. *Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030*.

Informe resumido.

- Flores, E. N., Jiménez, A., Ravelo, A. G., Bourdy, G.e, Giménez, A.. 2000. *Estudio Fitoquímico de catorce especies del Género Piper con actividad antifúngica y/o Leishmanicida in vitro*. Revista BIOFARBO.La Paz Bolivia. Pg (9-16).
- Forzza, R. C. 2010. *Lista de especies Flora do Brasil*. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010>. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Galinis, D. L., Wiemer, D. F., 1993. *Villiramulins A and B: new phenol derivatives from Piper villiramulum*. The Journal of Organic Chemistry 58, 7804-7807.
- García A.y Rene J., 2007. *Determinación de la composición química y actividad antioxidante in vitro del aceite esencial de Piper auritum kunth (Piperaceae) difundida en la costa colombiana*. Universidad Tecnológica de Pereira.
- García-Barriga H. (1974) *Flora medicinal de Colombia*. Botánica Medica Bogotá, Colombia.
- García-Paz J. L. 2011. *Evaluación de las propiedades acaricidas de Piper crassinervium Kunth. Piper aequale Vahl. (Piperaceae) sobre larvas de Rhipicephalus (Boophilus) microplus (canestrini, 1887) (Acari: ixodidae)*. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Giraldo, A. 2012. *Estudio fitoquímico de Piper pesaresanum y Piper crassinervium (Piperaceae)*. Trabajo de grado. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Gómez L. A. L.. 2008. *Caracterización de extractos y aceites esenciales y evaluación de la actividad biológica de hoja de tres especies de Piperáceas (Piper Jacquemontianum, Piper oradendron y Piper umbellatum)*. Tesis. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala
- Gregorí V. B. S.. 2005. *Estructura y actividad de los antifúngicos*. Instituto Cubano de

Investigaciones de Derivados de la Caña de Azúcar. Revista Cubana Farmacología; 39(2).

Grijalva, A. 2006. *Familia Piperaceae. En: Flora útil etnobotánica de Nicaragua*. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. Nicaragua. 1 ed. Managua: Marena-Araucaria, p. 32-35.

Guerra, A. 2005. *Obtención, caracterización y evaluación de las propiedades fisicoquímicas de los extractos fluidos, blandos y secos así como las tinturas del rizoma y de la fronda de calahual*. Trabajo de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Guatemala.

Gutiérrez Y, Montes R, Scull R, Sánchez A, Cos P, Monzote L, Setzer WN. 2016. *Chemodiversity associated with cytotoxicity and antimicrobial activity of Piper. ncbi aduncum var. ossanum*. Chemodiversity Biodivers. NBCI. doi: 10.1002/cbdv.201600133

Hernández E. y J.A. Vásquez. 2007. *Evaluación de tres extractos vegetales para el control de antracnosis (Colletotrichum gloeosporoides (Penz) & Sacc.) en tomate de árbol (Cyphomandra betaceae (Cav.) Sendt)*. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá. 86 p

Homans, A. L. y Fuchs, A. 1970. *Direct bioautography on thin-layer chromatograms as a method for detecting fungitoxic substances*. J. Chromatog., 51: 327-329.

http://www.bibdigital.rjb.csic.es/Imagenes/...Fl...N.../MUT_Fl_Exp_Bot_N_Gra_13_141

<http://biogeodb.stri.si.edu/bioinformatics/croat/specie/Piper%20darienense,e,n>

http://portal.cybertaxonomy.org/flora-guianas/cdm_dataportal/taxon/bf4d3aaa-2cad-4a98-868f-721cad8585fd

<http://www.biodiversidad.co/?q=piperaceae&pagesize=20&sort=betterMatch&order=asc&page=>

<http://www.biodiversidad.co/fichas/1165>

<http://www.inkaplus.com/media/web/pdf/Matico.pdf>

<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>

<http://www.naturalista.mx/taxa>

<http://www.opepa.org/>

<http://www.tropicos.org/Name/25002004?langid=66>

https://es.wikipedia.org/wiki/Jard%C3%ADn_bot%C3%A1nico_Eloy_Valenzuela

https://es.wikipedia.org/wiki/Piper_dariense

https://es.wikipedia.org/wiki/Piper_nigrum

<https://www.gbif.es/gbif.php>

<https://www.Tropicos.org/> Missouri Botanical Garden.

Jara B. Á. I. 2013. *Análisis Fitoquímico y Determinación de la Actividad Antioxidante del Extracto Etanólico de las Hojas de la Especie Piper imperiale (Piperaceae)*. Trabajo de grado. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A. Bogotá.

Jaramillo-Colorado BE, Duarte-Restrepo, Pino-Benítez Nayive. 2015. *Evaluación de la actividad repelente de aceites esenciales de plantas Piperáceas del departamento de Chocó*. Colombia. Rev. Toxicol 32: 112 - 116.

Jaramillo, A. M., P., 2001. *Phylogeny and Patterns of Floral Diversity in the Genus Piper (Piperaceae)*. American Journal of Botany 88, 706-716.

Jaramillo, M.A., Paul S. Manos, P.S. & Zimmer, E.A. 2004. *Phylogenetic relationships of the periantless Piperales reconstructing the evolution of floral development*. International Journal of Plant Science 165 (3). p. 403-416.

- Jean B. C. Fusée-Aublet, *Histoire des plantes de la Guiane française, rangées suivant la méthode sexuelle : avec plusieurs mémoires sur différens objets intéressans, relatifs à la culture et au commerce de la Guiane française et une notice de l'Isle-de-France*, t. 1, Londres, P.-F. Didot jeune, 1775, 621 p.
- Jiménez I., López I., 2006. *Metabolitos Secundarios Biactivos de Especies del Genero Piper de la Flora Boliviana, en Ciencia y Tecnología*. Universidad de La Laguna.
- Jiménez-Z. J., Londoño G. S., Piedrahita U. F. 2004. *Árboles, Arbustos y Plantas Indicadoras para Atraer a las Aves*. Medellín
- Johann S, Cota B.B, Souza-Fagundes E.M, Pizzolatti M.G, Resende M.A, Zani C.L. 2009. *Antifungal activities of compounds isolated from Piper abutiloides Kunth*. *Mycoses*; 52(6):499-506. NBCI.
- Jørgensen, P.M. & S. León-Yáñez (eds.). 1999. *Catalogue of the vascular plants of Ecuador*. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 75: i–viii, 1–1182
- Kalemba, D. and A. Kunicka (2003). *"Antibacterial and antifungal properties of essential oils."* *Curr Med Chem* 10(10): 813-29.
- Kaou, A. M., Mahiou-Leddét, V., Canlet, C., Debrauwer, L., Hutter, S., Azas, N., Ollivier, E., 2010. *New amide alkaloid from the aerial part of Piper capense L.f. (Piperaceae)*. *Fitoterapia* 81, 632-635.
- Kunt, K. (1839). *Bermerkungen über die Familie Piperaceen (Vol. 13)*. Linnea.
- Lago, J. H. G., Ramos, C. S., Casanova, D. C. C., Morandim, A. d. A., Bergamo, D. C. B., Cavalheiro, A. J., Bolzani, V. d. S., Furlan, M., Guimarães, E. F., Young, M. C. M., Kato, M. J., 2004. *Benzoic Acid Derivatives from Piper Species and Their Fungitoxic Activity against Cladosporium cladosporioides and C.*

sphaerospermum. Journal of Natural Products 67, 1783-1788.

- Lognay, Georges C; Bouxin, Pierre; Marlier, Michel; Haubruge, Eric; Gaspar, Charles & Rodriguez, Antonio.1996.*Composition of the Essential Oil of Piper acutifolium Ruiz. and Pav. from Peru*. Journal of Essential Oil Research. Volume 8, Page 689-691
- Lopez-Malo, A. Palau, E. Y Alzamora, S. 2005. *Naturally occurring compounds – plant sources. En: Antimicrobial in Foods*. Tercera Edición. Editorial Taylers and Francis Group. Pp 428 – 451.
- Martínez C. C. A. 2016. *Evaluación de la actividad neuroprotectora de extractos alcohólicos de especies de plantas del piedemonte del Caquetá y de la reserva natural Ucumarí-Risaralda*. Tesis. Facultad de Medicina. Universidad Nacional de Colombia. 4 p.
- Martins, R. C. C., Latorre, L. R., Sartorelli, P. c., Kato, M. J., 2000. *Phenylpropanoids and tetrahydrofuran lignans from Piper solmsianum*. Phytochemistry 55, 843-846.
- Massuo J. Kato, and Maysa Furlan. 2007. *Chemistry and evolution of the Piperaceae*, Pure Appl. Chem., Vol. 79, No. 4, pp. 529– 538.
- Masuoka, C., Ono, M., Ito, Y., Nohara, T., 2003. *Antioxidative, Antihyaluronidase and Antityrosinase Activities of Some Constituents from the Aerial Part of Piper elongatum VAHL*. Food Science and Technology Research 9, 197-201.
- Mata, R., Morales, I., Pérez, O., Rivero-Cruz, I., Acevedo, L., Enriquez-Mendoza, I., Bye, R., Franzblau, S., Timmermann, B. 2004. *Antimycobacterial Compounds from Piper sanctum*. Journal of Natural Products 67, 1961-1968.
- Matute, M. 2009. *Evaluación In Vitro del Extracto de Piper Angustifolium (Matico) y La Clorhexidina como Antisepticos Bucales*. Tesis. Universidad Nacional Federico

Villarreal. *Facultad de Odontología*. Lima Perú Pg. 88-112.

- Mendoza G.E. E.. 2010. *Toxicidad y repelencia de extractos vegetales para el control de mosca blanca Trialeurodes vaporariorum west. (Hemiptera: Aleyrodidae)*” Tesis. Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca, México
- Menéndez, C. 2010. *Efectividad del gel De Matico (Piper Angustifolium) en la Evolución de la Cicatrización de Heridas de la mucosa bucal Post exodoncia*. Hospital Nacional Carlos Alberto Seguin Escobedo. Arequipa Tesis. Universidad Alas Peruanas. Facultad de Ciencias de la Salud. Arequipa – Perú. Pg.44-63
- Meyer A. L., Aparecida S. P., Souza L. A. Mathias K. S. 2005. *Morfoanatomia dos órgãos vegetativos de Piper crassinervium H.B. & K. (Piperaceae)*. Acta botánica Brasileira. 19: 305-312.
- Montes, C., L.A. Muñoz, V.F. Terán, F.A. Prado et al. 2010. *Evaluación de patógenos en clones de lulo (Solanum quitoense Lam.)*. Acta Agronómica 59 (2): 144-154.
- Morais, SL; Alves, VF; Medeiros, LB; Barreira, ESC; Dos Anjos, JFJ; Ferreira, AS; De Brito, ES; Souza, MAN. 2007. *Chemical composition and larvicidal activity of essential oils from Piper species*. Biochemical Systematics and Ecology 35:670-675.
- Moreno, L. J. 2011. *Actividad antifúngica de los extractos vegetales de Piper oripodon y Zanthoxylum monophyliu y sus metabolitos esecundarios mayoritarios sobre dos hongos fitopatogenicosdel clavel Dianthis carophylius*. Tesis, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de agronomia, Bogota.
- Mosquera, O.M., Henao, L M., Niño, J. 2009. *Evaluación de la actividad insecticida in vitro de extractos vegetales contra la broca del café*. Recursos Naturales y Ambiente/no. 58: 45-50

- Muñoz, D., 2008. *Estudio fitoquímico y Evaluación de actividad fungicida e insecticida de la especie Piper eripodon (Piperaceae)*. Tesis de Maestría Departamento de Química. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Mutis. *Piper pesaresanum* Expedicion Botanica C. DC., Bot. Jahrb. Syst. 40: 247. 1908.
- Nair, M. G., Sommerville, J., Burke, B. A., 1989. *Phenyl propenoids from roots of Piper auritum*. Phytochemistry 28, 654-655.
- Narváez F. Angélica María. 2012. *Evaluación de la actividad antimicrobiana del extracto etanólico de Piper pseudochurumayo y Olyra latifolia por el método de difusión en agar*. Universidad Nacional de Loja. Área de la Salud Humana. Loja – Ecuador
- Nascimento, J. C., V. F. de Paula, J. M. David and J. David. 2012. *Ocurrence, biological activities and CNMR data of amides from Piper (Piperaceae)*. Quim. Nova, Vol. 35 (11); 2288-231.
- Navarro, G. 2004. *Comprobación del Efecto Cicatrizante de Peperomia Scutellaeifolia R. ET. P., Aspecto Etnofarmacológicos, Botánicos y Estudio Químico*. Elaboración y formato PDF por la Oficina General de Sistemas de Bibliotecas y Biblioteca Central.
- Navickiene, H. A. (2000). *Antifungal amides from Piper hispidum and Piper tuberculatum*.
- Navickiene H. M. D. 2006. *Composición y actividad antifúngica de aceites esenciales de Piper aduncum, Piper arboreum y Piper tuberculatum*. Quím. Nova. vol.29 no.3 São Paulo.
- Ninoska F. Q. E. 2007. *Metabolitos secundarios bioactivos de especies del género Piper de la flora boliviana*. Tesis. Universidad de La Laguna (España).
- Oliveira TRS, Costa EKSL, Câmara CAG, Loges V. 2015. *Postharvest durability of Heliconia bihai flower stem treated with essential oils for insect control*. Acta Hort.1060:

229- 234.

- Orjala, J.; Wright, A. D.; Rali, T.; Shiter, O. 1993. *Two chromenes and a prenylated benzoic acid derivative from Piper aduncum*. Nat. Prod. Lett., 2, 231-236.
- Otero-P. R., Fonnegra-G. R. J, Jiménez-R. S. L. (2000) Plantas utilizadas contra mordeduras de serpientes en Antioquia y Chocó, Colombia Medellín, Colombia
- Palacios, Z. G.F.; Delgado, Guillermo E.; Moreno, Mario C.; Kato, Massuo J.; Rojas, Consuelo. 2009. *Actividad antifúngica in vitro de extractos crudos de Piper tuberculatum*. Revista Peruana de Biología, vol. 16, núm. 2, diciembre, pp. 209-214.
- Park K., 2002. *Larvicidal activity of isobutylamides identified in Piper nigrum fruits against three mosquito species*. Agricultural and food chemistry.
- Parmar V., Kirpal S., 1996. *Phytochemistry Of The Genus Piper*. Phytochemistry,
- Parmar, Virinder, Jain, Subhahs, BIsht, Kirpal, JAIN,Rajni, Taneja P, JHA A, Tyagi O, Prasad K, Wengel J, Olsen E, Boll M. 1997. *Phytochemistry of de genus Piper*. En:Phytochemistry. vol.46, p. 597-663.
- Parra, A. J. 2011. *Contribución Al Estudio Fitoquímico De La Parte Aérea De Piper cf. cumanense Kunth (Piperaceae)*. Trabajo de grado. Bogotá: Universidad Nacional De Colombia. 137 p.
- Perales, S.C., H. Bravo M., J. L. Leyva V, y A. Martinez G. 1996. *Sustancias vegetales para el control de mosca de la fruta*. Agrociencia. 30 (3): 411 – 415
- Pessini G.L, Dias Filho B.P, Nakamura C.V, Cortez D.A. 2004 . *Antibacterial activity of extracts and neolignans from Piper regnellii (Miq.) C. DC. var. pallescens (C. DC.) Yunck*. Mem Inst Oswaldo Cruz. 98(8):1115-20. EpubMar 9
- Pino-Benítez, N. 2008. *Actividad antibacteriana a partir de extractos de hojas de seis especies del*

género Piper. (Piperaceae). Revista Institucional Universidad Tecnológica del Chocó: Investigación, Biodiversidad y Desarrollo; 27 (1): 67-75.

Plazas, G E. A., Cuca S. Luis E., Delgado, A. Wilman. 2008. *Flavonoides aislados de las inflorescencias de Piper hispidum Kunth (Piperaceae) y derivados acetilados*. Revista Colombiana de Química. vol.37 no.2. Bogotá .

Portet, B., Fabre, N., Roumy, V., Gornitzka, H., Bourdy, G., Chevalley, S., Sauvain, M., Valentin, A., Moulis, C., 2007. *Activity-guided isolation of antiplasmodial dihydrochalcones and flavanones from Piper hostmannianum var. berbicense*. Phytochemistry 68, 1312-1320.

Quijano-Abril, M. A., Callejas-Posada, R., Miranda-Esquivel, D. R., 2006. *Areas of endemism and distribution patterns for Neotropical Piper species (Piperaceae)*. Journal of Biogeography 33, 1266-1278.

Quílez, A., Berenguer, B., Gilardoni, G., Souccar, C., de Mendonça, S., Oliveira, L. F. S., Martín-Calero, M. J., Vidari, G., 2010. *Anti-secretory, anti-inflammatory and anti-Helicobacter pylori activities of several fractions isolated from Piper carpunya Ruiz & Pav.* Journal of Ethnopharmacology 128, 583-589

Quintana G. K. E. 2012. *Evaluación de la actividad gastroprotectora de los extractos de achillea (Achillea millefolium L.) y guaviduca (Piper carpunya Ruiz & Pav.) en ratas (Rattus norvegicus) con lesiones gástricas inducidas*". Tesis de grado. Facultad de Ciencias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador.

Regnault-Roger, C. P., B.; Vicent, C., 2004. *Biopesticidas de origen vegetal*. Mundi Prensa, España, pp. 44-48.

Riofrío, Q. J. 2012. *Aislamiento, caracterización y actividad antifúngica de metabolitos*

secundarios a partir de Piper carpunya Ruiz & Pav. Universidad Técnica de la Loja. Trabajo de grado. Loja. Ecuador.

Rivera S. D. D. 2008. *Caracterización de aceites esenciales por cromatografía de gases de tres especies del genero Piper y evaluación de la actividad citotóxica.* Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. p 4.

Rojas, N. P., Burtin, D., Leech M.. 2004. *Biología Molecular, una herramienta para la bioprospección del metabolismo secundario de plantas en Colombia.* Revista Colombiana de Biotecnología Vol. VI No. 67-77

Rounak, S., Apoorva, K., Shweta, A. 2011. *Zoopharmacognosy (Animal self medication): A review.* Internat J Res Ayurveda. Pharm;2(5):1510-1512.

Rukachaisirikul, T., Siri wattanakit, P., Sukcharoenphol, K., Wongvein, C., Ruttanaweang, P., Wongwattanavuch, P., Suksamrarn, A., 2004. *Chemical constituents and bioactivity of Piper sarmentosum.* Journal of Ethnopharmacology 93, 173-176.

Ruiz, H., 2007. *Relación del Viaje hecho a los Reinos del Perú y Chile.*, s.ed., Madrid España., Catarta., p: 280

Salazar-Torres, J. C.; Reyes-Trejo, B.; Guerra-Ramírez, D. y Yescas-Albarrán, C. A. 2012. *Efectividad insecticida de Piper auritum y Eucalyptus cinerea para el control de zabrotes subfasciatus Boh.* Departamento de Preparatoria Agrícola. Dpto. de Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

Sánchez, P.Y.; Correa V. T.M.; Abreu M. Y.; Cotilla P. L., Berroa N. G., Pino P. O.. 2014. *Composición química del aceite esencial de Piper hispidum Sw. y actividad antimicrobiana sobre Xanthomonas albilineans (Ashby) Dowson y Xanthomonas campestris pv. campestris (Pammel) Dowson.* Rev. Protección Veg. vol.29 no.3 La

Habana.

- Sardi S. A.. 2012. *El género Piper (Piperaceae) como indicador de estados de sucesión y de perturbación en fragmentos de bosque seco tropical en el piedemonte de Cali, Colombia.* Trabajo de grado. Universidad del Valle Facultad de Ciencias Naturales y Exactas.
- Scalvenzio, L., Camacho-Yaguache, B., Cabrera-Martinez, P y Guemini, A. 2016. *Actividad antifúngica de aceites esenciales Ocotea quixos y Piper aducum L.* Biogra. 28 (1): 39 – 46
- Scott, I.M., Jensen, H., Scott, J.G., Isman, M.B., Arnason, J.T. and. Philogène. B.J.R. 2003. *Botanical Insecticides for Controlling Agricultural Pests: Piperamides and the Colorado Potato Beetle Leptinotarsa decemlineata Say (Coleoptera: Chrysomelidae).* Archives of Insect Biochemistry and Physiology 54:212–225
- Seeram, N. P.; Jacobs, H.; Mclean, S.; Reynolds, W. 1996. *Phytochemistry.* 43, 863-865.
- Sequeda-Castañeda, L.G.; Célis, C.; Gutiérrez, S.; Gamboa, F. 2015. *Piper marginatum Jacq. (Piperaceae): phytochemical, therapeutic, botanical insecticidal and phytosanitary uses.* Pharmacology on line. Vol.3 • 136-145
- Seidemann, J. 2005. *World Spice Plants: Economic Usage, Botany, Taxonomy.* Springer. p. 289. ISBN 3540222790.
- Shelles, F. 1992. *Farmacia galénica.* Madrid.
- Silva, D.M.M.H., Bastos, C.N., 2007. *Antifungal activity of essential oils of Piper species against Crinipellis pernicioso, Phytophthora palmivora and Phytophthora capsici.* Fitopatol Bras;32(2):143-145.
- Silva, R., Kato M., 2001. *Antifungal amides from Piper arboreum and Piper tuberculatum.*

ELSEVIER.

- Soberon, G., Rojas, C., Saavedra, J., Kato, M., 2006. *Acción biocida de plantas de Piper tuberculatum jacq. sobre diatraea saccharalis (Lepidóptera, pyralidae)*. Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM. Rev. Peru. biol. 13(1): 107 - 112
- Souto, R.N.P., Harada, A.Y., Andrade, E.H.A., et al. 2012. *Insecticidal Activity of Piper Essential Oils from the Amazon. Against the Fire Ant Solenopsis saevissima (Smith), (Hymenoptera: Formicidae)*. Neotrop Entomol.;41(6):510-517
- Srivastava, S., Gupta, M. M., Prajapati, V., Tripathi, A. K., Kumar, S., 2001. *Insecticidal Activity of Myristicin from Piper mullesua*. Pharmaceutical Biology 39, 226-229.
- Stevens, P.F. 2010. *Angiosperm Phylogeny Website*. Version 9, June 2008
- Sung-Eun L., 2000. *Fungicidal activity of piperonaline, a peperidine alkaloid deriver from long pepper, Piper longum L., against phytopathogenic fungi*. Cop Protection.
- Standley, P. C. y Steyermark J. A., 1952. Flora of Guatemala. Fieldiana Botany 24(3): 1-432.
- Taiz L., E. Z. 2010. *Plant Physiology* (Vol. 5 Edicion). USA: Sinaurer Asosociates.
- Taylor, L. 2006. Technical Data Report for Matico (Piper aduncum, angustifolium). pp1-26
- Thies,W. & E.K.V. Kalko. 2004. *Phenology of neotropical pepper plants (Piperaceae) and their association with their main dipersers, two short-tailed fruit bast, Carolia perspicillata and C. castanea (Phyllostomidae)*. OIKOS 104:362- 376.
- Todzia, C.A., Görts-van Rijn, A.R.A., Koek-Noorman, J., Mennega, A.M.W. & Jansen-Jacobs, M.J. 2006. Piper phytolaccifolium Opiz in Presl, Reliq. Haenk. 1: 151. 1828 sec.
- Turchen L.M, Piton LP, Dall'Oglio E.L, Butnariu A.R, Pereira M.J. 2016. *Y6TTY Euschistus heros (F.) (Hemiptera: Pentatomidae) and Non-Effect on Egg Parasitoids Neotropico Entomology*. <https://dx.doi.org/10.1007/s13744-016-0409-7>, NBCI.

- Vaishali Y., Shyam S.C.e, Muhammed M., and Vikas-Kumar, 2015. *Preventive potentials of piperlongumine and a Piper longum extract against stress responses and pain*. J Tradit Complement Med. PMID: PMC5067934Oct; 6(4): 413–423
- Vallejo A, Feitosa A, Goullart AE, Pires LL, Mosquera OM. *Tamizaje de acción antimicrobiana de 34 extractos vegetales contra bacilos gramnegativos*. Salud Soc Uptc. 2014;1(1):34-39
- Vanin, S.A., Ramos, C.S. Guimaraes, E.F. & M.J. Kato. 2008. *Insect feeding preferences on Piperaceae species observed in Sao Paulo city, Brazil*. Revista Brasileira de Entomología 52(1):72-77.
- Vander P. A. 1972. “*Plantas medicinales*”. Editorial: SINTES. Barcelona. España
- Veasques da Silva, R., Deboni Navickiene, H. M., Kato, M. J., Bolzani, V. d. S., Méda, C. I., Young, M. C. M., Furlan, M., 2002. *Antifungal amides from Piper arboreum and Piper tuberculatum*. Phytochemistry 59, 521-527.
- Virinder S.P., Subhash C.J., Kirpal S.B., Rajni J., Poonam T., Amitabh J., OM D.T., Ashok K.P., Jesper W., Carl E.O. and Per M.B., 1997. *Phytochemistry*, 46, 597-673.
- Voigt, R. 1982. *Tratado de Farmacologia*. Madrid: Acribia.
- Volpe H.X, Fazolin M, R.B, Magnani R.F, Barbosa J.C, Miranda M.P. 2016. *Efficacy of essential oil of Piper aduncum against nymphs and adults of Diaphorina citri*. NBCI. Pest Manag Sci;72(6):1242-9. doi: 10.1002/ps.4143.
- Wen-Hui Xu and Xing-Cong Li. 2011. *Antifungal Compounds from Piper Species*. Curr Bioact Compd; 7(4): 10.2174/157340711798375822.NBCI. doi: 10.2174/157340711798375822
- Williams L.O. 1981. *The Useful Plants of Central America*. CEIBA 24.

- Yang Y. C., Lee S. G., Lee H. K., Kim M. K., Lee S. H., Lee H. S. (2002). *A Piperidine Amide extracted from Piper longum L. fruit shows activity against Aedes aegypti Mosquito Larvae*. Journal of Agricultural and food chemistry. 50: 3765- 3767
- Zacaroni, L. M.; Cardoso, M. G.; Souza, P. E.; Pimentel, F.A.; Guimarães, L. G.; Soares Pinto Salgado, A. P. 2009. *Potencial fungitóxico do óleo essencial de Piper hispidinervum (pimenta longa) sobre os fungos fitopatogênicos Bipolaris sorokiniana, Fusarium oxysporum e Colletotrichum gloeosporioides*. Acta Amaz. vol.39 no.1 Manaus.
- Zavaleta-Mejía, E. 2000. *Alternativas de manejo de las enfermedades de las plantas*. Terra. Volúmen 17 Número 3.