

Tamizaje fitoquímico de plantas con propiedades biocidas contra moscas, mosquitos y cucarachas.

Margarita Alfonso, Rubén Avilés, Nancy González, Yarelis Ortiz, Iraida Spengler, Clara Nogueiras*, Yannín Lorenzo, María Elena Alvarez, Yamilet Rodríguez y Viviana Rodríguez.*

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT) Telf. 57 9010 e-mail: fmcanet@inifat.esihabana.cu

***Facultad de Química, Universidad de la Habana Telf. 878 3841
CUBA.**

RESUMEN.

Las plantas, a partir de su metabolismo primario, producen una serie de sustancias llamadas metabolitos secundarios que cumplen diversas funciones, entre ellas, servir como medio de defensa ante plagas y herbívoros. Desde épocas remotas el hombre ha utilizado estas sustancias como fuente de medicamentos y para proteger los cultivos. Particular relevancia tiene el combate de insectos domésticos tan dañinos como las cucarachas, moscas y mosquitos, que son vectores de peligrosas enfermedades como las diarreas y el dengue, y de la contaminación de aguas y alimentos. Tradicionalmente para su eliminación se han utilizado insecticidas químicos sintéticos, pero el entorno familiar en que se aplican, con la presencia de niños, ancianos, embarazadas y otros tipos de personas con riesgos, exige su sustitución por productos menos tóxicos y potencialmente eficaces, y es aquí donde los compuestos naturales constituyen un valioso arsenal de nuevos insecticidas. Como primer paso es necesario identificar los metabolitos secundarios responsables de la actividad biológica, para lo cual se emplean técnicas de tamizaje consistentes en métodos de separación por vía física y/o química que tienen como objetivo el aislamiento de una sustancia o grupo de sustancias y la identificación cualitativa de sus grupos funcionales, para poder dirigir las estrategias de lucha y preparación y dosificación de los formulados. En el presente trabajo se estudiaron 15 plantas con actividad probada en ensayos de laboratorio contra los insectos domésticos antes descritos, mediante dos técnicas de tamizaje fitoquímico. Los metabolitos más frecuentemente encontrados fueron alcaloides, cumarinas, flavonoides, sesquiterpenlactonas, triterpenos y fenoles.

TAMIZAJE FITOQUÍMICO DE PLANTAS CON PROPIEDADES BIOCIDAS CONTRA MOSCAS, MOSQUITOS Y CUCARACHAS.

Margarita Alfonso, Rubén Avilés, Nancy González, Yarelis Ortiz, Iraida Spengler, Clara Nogueiras*, Yannín Lorenzo, María Elena Alvarez, Yamilet Rodríguez y Viviana Rodríguez.*

**Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT) Telf. 57 9010 e-mail: fmcanet@inifat.esihabana.cu
*Facultad de Química, Universidad de la Habana Telf. 878 3841**

INTRODUCCIÓN

Todos los organismos vivos presentan procesos metabólicos semejantes. Las sustancias que intervienen en los procesos metabólicos se llaman metabolitos y pueden ser primarios y secundarios. Las plantas, a partir de su metabolismo primario, producen una serie de sustancias como los alcaloides, esteroides, fenoles, resinas, saponinas, taninos, aceites y diversos ácidos orgánicos que constituyen sus metabolitos secundarios, y como características principales su distribución está limitada a especies ó subespecies, no son esenciales para el organismo que los produce y actúan principalmente como medio de defensa ante plagas y herbívoros. La variedad de estructuras químicas de los metabolitos secundarios supera con creces las de los primarios, y desde épocas remotas el hombre ha utilizado estas sustancias como fuente de medicamentos y para proteger los cultivos.

Particular relevancia tiene el combate de insectos domésticos tan dañinos como las cucarachas, moscas y mosquitos que son vectores de peligrosas enfermedades como las diarreas y el dengue, y de la contaminación de aguas y alimentos. Tradicionalmente para su eliminación se han utilizado insecticidas químicos sintéticos, pero el entorno familiar en que se aplican, con la presencia de niños, ancianos, embarazadas y otros tipos de personas con riesgos, exige su sustitución por productos menos tóxicos y potencialmente eficaces, y es aquí donde los compuestos naturales constituyen un valioso arsenal de nuevos insecticidas.

Como primer paso es necesario identificar los metabolitos secundarios responsables de la actividad biológica, para lo cual se emplean técnicas de tamizaje consistentes en métodos de separación por vía física y/ó química que tienen como objetivo el aislamiento de una sustancia o grupo de sustancias y la identificación cualitativa de sus grupos funcionales, para poder dirigir las estrategias de lucha y preparación y dosificación de los formulados. En el presente trabajo se estudiaron 15 plantas con actividad probada en ensayos de laboratorio contra los insectos domésticos antes descritos, mediante dos técnicas de tamizaje fitoquímico.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Para la identificación de los metabolitos secundarios en algunas de las plantas con actividad biológica frente a moscas, mosquitos y cucarachas se utilizaron 2 técnicas de tamizaje, una de ellas es el método de Rondina y Coussio (1969), y la otra una adaptación para plantas medicinales del método de Lock (1988). Para el método de Rondina y Coussio se maceran durante 48 h. un peso de 10 g del material vegetal seco pulverizado en 50 ml de etanol al 95%, o también se puede efectuar una extracción continua en Soxhlet durante 4 h. Se filtra en caliente, se desecha el residuo y el extracto se enfría y enrasa a 50 ml. A partir de aquí, y mediante distintos métodos de partición líquido-líquido, cambios de pH, temperatura, etc., el extracto inicial se divide en diferentes fracciones donde se analizan los metabolitos secundarios:

Fracción A: aminas, taninos y fenoles

Fracción B: triterpenos-esteroides y quinonas

Fracción C₁: alcaloides

Fracción C₂: cardenólidos, triterpenos-esteroides y alcaloides

Fracción D: flavonoides, cardenólidos, alcaloides, catequinas, protoantocianidinas y triterpenos-esteroides

Fracción E: flavonoides, protoantocianidinas y azúcares reductores

Fracción F: saponinas y aminas.

La identificación de los compuestos se realiza mediante reacciones de precipitación, formación de color, espuma o turbidez, con reactivos específicos, algunos de los cuales son:

Detección de alcaloides:

Mayer: yoduro de potasio y mercurio, precipitado blanco o amarillo

Wagner: yoduro de potasio y yodo, ppdo. pardo

Hager: ácido pícrico, ppdo. ó cristales amarillos

Dragendorff: yoduro de potasio y bismuto, ppdo. amarillo

Detección de triterpenos- esteroides.

Liebermann-Buchard: anhídrido acético y ácido sulfúrico

esteroides: azul y azul-verdoso

triterpenos: rojo, rosado ó púrpura

Detección de saponinas.

Hemólisis: solución normalizada de glóbulos rojos

Prueba de espuma

Detección de glicósidos cardiacos

Tipo lactona: Baljet: 2,4,6 trinitrofenol, color naranja

Kedde: 3,5-ácido dinitrobenzoico, color púrpura

Núcleo esteroideal: Liebermann-Buchard

Mezcla de oxi-azúcar: Keller: tricloruro férrico y ácido acético

Detección de flavonoides

Shinoda: limaduras de magnesio y ácido clorhídrico, coloración roja, rosada, violeta o anaranjada-rojiza.

Detección de leucoantocianidinas

Digestión con HCl: color rojo ó rojo-naranja

Detección de fenoles y taninos

Cloruro férrico: color azul, verde ó violeta

Detección de taninos

Gelatina al 0.5%: ppdo.

Oxido de magnesio: ppdo.

Detección de aminas

Ninhidrina: color violáceo

Detección de azúcares reductores.

Reactivo de Fehling

Este método de tamizaje, aunque brinda una información muy completa, puede dar falsos positivos sobre todo en la fracción A; en la B pueden no detectarse sales cuaternarias que están en la fase acuosa, y pueden ocurrir falsos negativos por la presencia de bases nitrogenadas que no reaccionan con los reactivos precipitantes usuales.

En contraste, el método de Lock, además de emplear estas mismas reacciones, hace uso de la cromatografía de capa delgada (CCD) para la identificación, lo cual lo hace más específico porque incluso se pueden usar patrones puros de sustancias. Se parte de 50 g del material vegetal seco y pulverizado, que se macera 1 día en alcohol y después se coloca al reflujo durante 1 hora. Se filtra en frío, se lava el residuo y el extracto etanólico se fracciona en tres partes, en la primera se analizan los alcaloides, en la segunda taninos, fenoles, saponinas, antraquinonas y flavonoides, y esteroides-triterpenos por CCD. En la última fracción se precipitan las clorofilas con acetato de plomo y se analizan sesquiterpenlactonas y cumarinas por CCD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

A continuación se exponen los resultados obtenidos con las diferentes plantas y los métodos de extracción utilizados, y la posible relación entre los metabolitos secundarios y la actividad biológica detectada.

***Datura stramonium* L. (chamico morado)**

Familia: *Solanaceae*

ACTIVIDAD BIOLÓGICA: adultos de mosca domestica.

Método extractivo: maceración del polvo de las hojas secas al 15% en mezcla EtOH/H₂O (1:1) durante 24 horas.

Se obtuvo además un crudo de alcaloides por el método de extracción líquido-líquido en gradiente de acidez (Bello, 1992), y una extracción de flavonoides por maceración en metanol y fraccionamiento en hexano, diclorometano y acetato de etilo.

***Brugmansia x candida* Pers. (campana)**

Familia: *Solanaceae*

ACTIVIDAD BIOLÓGICA: adultos de mosca doméstica

Método extractivo: maceración en alcohol por 48 horas del polvo de las flores secas, y eliminación del solvente en el evaporador rotatorio de vacío. Con este extracto crudo concentrado (ECC) se prepararon 2 formulados:

IF-87: 50% del ECC + 50% de agua con adición de Tween 80

IF-88: 50% del ECC + 50% de agua con adición de polivinilpirrolidona

Metabolitos secundarios: Estas dos plantas contienen alcaloides tropánicos y flavonoides. Los alcaloides tropánicos son muy conocidos como anestésicos, espasmolíticos y parasimpatomiméticos. Los más importantes en estas plantas son atropina, escopolamina, homatropina y hioscimina, que actúan sobre los receptores del sistema nervioso autónomo, impidiendo la acción de la acetil colina sobre ellos. Pueden causar envenenamiento a los ganados vacuno, equino, ovino y avícola, aunque rara vez la muerte. Se considera que protegen a las plantas de los insectos, y los alimentos que los contienen son rechazados por hormigas, cucarachas, langostas y varias especies de larvas de lepidópteros.

Los flavonoides son compuestos heterocíclicos derivados de la flavona, también se denominan polifenoles y existen más de 4000 estructuras conocidas, pero los más importantes son antocianinas, flavonas y flavonoles. Muchos son fuertemente pigmentados y le dan color a las flores y frutos, otros son incoloros. En cuanto a la solubilidad, los más distribuidos están en forma de glicósidos. Los flavonoles que corresponden en estructura a las tres antocianinas más importantes son kempferol, quercetina y miricetina.

Los flavonoides son importantes para el desarrollo y defensa de las plantas frente a infecciones por microorganismos, son antioxidantes naturales, juegan un papel de defensa frente a agresores externos como virus, bacterias, las otras plantas (alelopáticos). Son señalizadores químicos o marcadores florales que guían abejas y polinizadores al néctar o para depositar huevos (estimulantes de oviposición). Aunque la mayor parte de los insectos toleran los flavonoides en sus dietas, se ha demostrado toxicidad para algunos como *Heliothis virescens*, *Heliothis zea* y *Pectinophora gossypiella*, esto puede deberse a un efecto indirecto sobre proteínas o enzimas, tal es el caso de la quercetina que inhibe una docena de sistemas enzimáticos, interfiriendo con procesos vitales. Así como actúan como atrayentes, los flavonoides también pueden ser disuasivos alimentarios.

Por tanto, la presencia de estos compuestos explica la toxicidad encontrada contra moscas.

***Solanum globiferom* Dun. (güirito espinoso)**

Familia: *Solanaceae*.

ACTIVIDAD BIOLÓGICA: adultos de mosca doméstica

Método extractivo: Se preparó el crudo de glicoalcaloides de los frutos secos y molidos, identificándose como IN-70, según la técnica de Mola et al. (1987) Además se prepararon otros dos extractos de los frutos de *S. globiferum*: IN-71: decocción en alcohol sin purificar y concentración en el evaporador rotatorio de vacío. IN-100: maceración en agua del polvo seco al 10% peso/volumen toda la noche, agitación mecánica por 2 horas a la mañana siguiente, y filtración.

Metabolitos secundarios: Estas plantas se caracterizan por su contenido en alcaloides esteroidales en forma de glicósidos, como la Solamargina y la Solasonina, cuya aglicona común es la Solasodina. La acción de estos glicósidos es parecida a las saponinas, ejercen un efecto irritante directo sobre la mucosa del tubo digestivo y tras su absorción hasta la corriente sanguínea producen hemólisis de los glóbulos rojos, en dosis grandes paralización cardíaca. Los frutos se usan como barbasco, y se le atribuyen propiedades tóxicas para el ganado. En los insectos actúan como toxinas porque interfieren en la absorción de esteroides en la hemolinfa.

***Tagetes erecta* L. (flor de muerto, clavelón)**

***Tagetes patula* L. (damasquina)**

Familia: *Asteraceae*

ACTIVIDAD BIOLÓGICA: Larvas de mosquitos, cucarachas.

Método extractivo: se prepararon extractos alcohólicos de flores frescas y secas de *T. erecta* y *T. patula* a partir de 500g de masa vegetal para obtener 2 formulados al 50% de extracto crudo concentrado. También se obtuvieron extractos acuosos por maceración y descompartimentación en batidora.

Metabolitos secundarios: Estas plantas, al igual que otras de la misma familia, contienen compuestos azufrados con un número variable de insaturaciones llamados tiofenos, de los cuales α -tertienil es el de mayor actividad biológica, reportándose su capacidad antiviral, bactericida, fungicida, nematocida e insecticida. Estos compuestos son fototóxicos, es decir, su actividad es dependiente en gran medida de la luz debido a la formación de moléculas electrónicamente excitadas. Se ha estudiado su toxicidad en mosquitos y otros insectos. Los resultados del tamizaje muestran además presencia de taninos y fenoles, triterpenos-esteroides, flavonoides, sesquiterpenlactonas, cumarinas y dudoso contenido de protoantocianidinas.

Los fenoles son compuestos estructuralmente diversos que incluyen a los ácidos fenólicos y sus glicósidos, las cumarinas, los flavonoides y los taninos. Los fenoles actúan como antialimentarios e inhibidores de enzimas, y como sustancias reactivas o pegajosas sobre la superficie de las plantas. Los taninos son polímeros de grupos fenólicos, y su característica funcional es su capacidad de unirse a las proteínas, actúan como barrera antiherbívoro debido a sus propiedades astringentes o a efectos

tóxicos o antinutricionales, disminuyendo la palatabilidad de la planta. Son de dos tipos, los hidrolizables y los condensados. Los taninos condensados dan lugar a las protoantocianidinas de mayor grado de polimerización, en el proceso de maduración de los tejidos.

Las cumarinas están ampliamente distribuidas, y pueden ser simples, sin modificaciones del núcleo 2-benzopirona, o furano y piranocumarinas, también se han descubierto sulfopiranocumarinas. Muchas actúan como alomonas y otras como kairomonas, se activan con la luz y tienen acción contra insectos, nemátodos y ácaros, siendo importantes inhibidores de la germinación. Las lactonas sesquiterpénicas tienen numerosas acciones farmacológicas y fisiológicas, antitumorales y citotóxicas en diferentes modelos experimentales, acciones antibióticas frente a diversos microorganismos. Las lactonas contienen uno o más grupos alquilantes, interaccionando con constituyentes celulares, de aquí su citotoxicidad. Son los constituyentes mayoritarios de la Familia *Asteraceae*, algunas tóxicas al ganado, y son inhibidores de la alimentación para los insectos, su actividad parece deberse a que actúan sobre los receptores del gusto, bloqueando el efecto estimulante de los azúcares, debido a su sabor amargo. El modo de acción de estas lactonas no se conoce, pero se supone que actúan como agentes nucleofílicos. Por último, los triterpenoides son un grupo grande de terpenoides que incluyen cucurbitacinas, limonoides, saponinas, cardenólidos y fitoecdisteroides, la mayoría son inhibidores de la alimentación, exceptuando los ecdisteroides, que son sustancias vegetales con actividad biológica semejante a las hormonas de insectos, pero la estructura química puede ser diferente, y afectan la metamorfosis, reproducción, diapausa, desarrollo, crecimiento, pigmentación y comportamiento de los mismos. Como podemos ver, el Género *Tagetes* contiene muchos compuestos activos que le confiere un amplio espectro de acción contra nemátodos, insectos, ácaros y hongos.

***Canna edulis* Ker. (achira, canna)**

Familia: Cannaceae

ACTIVIDAD BIOLÓGICA: Contra cucarachas y adultos de mosca doméstica.

Método extractivo: Los rizomas frescos se trocearon y maceraron en agua durante 24 hrs., en una proporción de 25% p/v y se filtraron con gasa. El polvo seco de las hojas se maceró en alcohol durante 48 hrs. en una proporción de 25% p/v, se filtró y se concentró hasta sirope; seguidamente se formuló al 50% con adición de 40% de alcohol y 10% de tensoactivos y adherentes.

Metabolitos secundarios. Entre los compuestos activos que contiene esta planta, Motawe (1994) aisló una lactona sesquiterpénica de naturaleza esteroideal a la que llamó cannagenina, con propiedades molusquicidas. Aunque *C. edulis* se conoce más como alimento que como plaguicida, otras especies del Género, en especial *C. indica*, están reportadas como insecticidas.

Las hojas contienen triterpenos-esteroides, sesquiterpenlactonas, cumarinas, azúcares reductores y posibles quinonas, mientras que los rizomas presentan taninos y fenoles, triterpenos-esteroides, azúcares reductores, saponinas, sesquiterpenlactonas y cumarinas. El contenido de saponinas es importante, son

triterpenoides glicosídicos y su nombre se debe a que tienen propiedades parecidas al jabón; actúan como toxinas contra gran cantidad de ácaros, coleópteros, lepidópteros y otros insectos.

***Pimenta racemosa* J.W. Moore. (pimenta de tabasco)**

Familia: *Myrtaceae*

ACTIVIDAD BIOLÓGICA: Adultos de mosca doméstica.

Método extractivo. Varios aceites esenciales obtenidos por hidrodestilación a partir de las hojas de diversas especies botánicas poseen una significativa actividad biológica. El objetivo fundamental del trabajo consistió en la determinación de la composición de aceite esencial de la especie *P. racemosa*, que habita en la región occidental de Cuba. Esta especie es ampliamente cultivada en muchos países, particularmente en República Dominicana para la obtención del aceite esencial de las hojas, conocido comercialmente como aceite de baya de las Indias Orientales.

Obtención del aceite esencial: método de hidrodestilación.

Características físicas: índice de refracción: 1.4707, densidad relativa: 0.9869

Evaluación sensorial del aceite: olor especiado, dulce, similar al clavo de olor.

El estudio de la composición química fue realizado mediante técnicas de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masa, demostrándose la existencia de 26 componentes (99.83%), siendo el 1,8 cineol (20.42% y el terpinen (20.72%), las fracciones mayoritarias reconocidas por su efecto biocida en general.

Composición química del aceite esencial de *P. racemosa*.

Compuesto	%
α -tuyeno	1.1
α -pineno	2.0
1-octen-3-ol	1.5
sabineno	0.3
β -pineno	0.3
octanol	0.3
mirceno	1.2
α -felandreno	1.6
α -terpineno	0.1
p-cimeno	8.0
1,2-cineol	20.4
γ -terpineno	4.6
p-cimeno	0.2
terpinoleno	3.1
linalol	1.3
terpinen-4-ol	20.7
α -terpineol	10.0
metilchavicol	0.8
chavicol	10.1

nerol	0.2
geraniol	0.2
ϵ -anetol	0.1
eugenol	10.7
cinamato de acetilo	0.1
metileugenol	0.3
4-alilsiringol	0.3

***Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. (malangueta, malangueta brava)**

Familia: *Annonaceae*

ACTIVIDAD BIOLÓGICA: Adultos de mosca doméstica.

Metabolitos secundarios.

Aislamiento de los aceites esenciales de las hojas.

Método: hidrodestilación Rendimiento: 2%

Se obtuvo el crudo de alcaloides según el método tradicional de aislamiento. La extracción previa de los aceites disminuye el rendimiento total de alcaloides, además se comparó el rendimiento cualitativo y semicuantitativo de alcaloides antes y después de la floración, llegándose a la conclusión que éste es superior después de la floración (0.48%). Se aislaron e identificaron los alcaloides annonaína y liriodenina. Contiene además taninos y fenoles, triterpenos-esteroides, quinonas, flavonoides, azúcares reductores y cumarinas.

***Platycarphus orientalis* .(tuya)**

Familia: *Pinaceae*

ACTIVIDAD BIOLÓGICA: Larvas de mosquitos, adultos de mosca doméstica.

Método de extracción. Se colectaron las agujas y partes del tronco de arbustos de *P.orientalis* procedentes del parque del INIFAT, se secaron al aire y se molinaron. Partiendo de iguales pesadas, se añadió alcohol etílico, se maceró por 48 horas, se filtró y se separó una parte para la realización de tamizajes fitoquímicos.

Metabolitos secundarios. En el tronco se encontraron taninos y fenoles, triterpenos-esteroides, quinonas, flavonoides y azúcares reductores; en las agujas triterpenos-esteroides y azúcares reductores. En otra especie de éste género, *Platycarphus plicata*, se aisló el ácido tújico, fitojuvenoide que inhibe la metamorfosis de los insectos.

El contenido de metabolitos secundarios es mayor en el tronco, lo cual coincide con la mayor actividad biológica encontrada en esta parte de la planta. Diversos autores, como Grainge y Ahmed (1988) y Yatagai et. al. (1995) han reportado la presencia de terpenos en ésta y otras especies de éste género y su relación con la actividad insecticida; taninos, fenoles y flavonoides tienen efecto antialimentario y las quinonas inhiben el proceso de muda en los insectos (Camps, 1988).

***Guarea guara* (Jacq.) P. Wils. (yamao)**

Familia: *Meliaceae*

ACTIVIDAD BIOLÓGICA: Cucarachas

Método extractivo. Maceración en alcohol por 48 h, filtrar y fraccionar.

Metabolitos secundarios. El tamizaje fitoquímico dio contenido de terpenos, azúcares reductores, aceites volátiles, taninos y fenoles. Esta planta, como otras de la misma Familia tan importantes como el árbol del nim y el paraíso, debe su actividad biológica principalmente al contenido de limonoides, que son los antialimentarios por excelencia, y además interfieren en el proceso de desarrollo y la muda de los insectos.

***Bidens pilosa* L (romerillo blanco).**

Familia : *Asteraceae*

ACTIVIDAD BIOLÓGICA: Cucarachas.

Método extractivo. Maceración en alcohol por 48h. filtrado y fraccionamiento. Preparación de crudos concentrados.

Metabolitos secundarios. El follaje contiene triterpenos-esteroides y azúcares reductores; las flores triterpenos-esteroides, alcaloides y azúcares reductores. El ensayo positivo a alcaloides y triterpenos-esteroides justifica la actividad encontrada en cucarachas, además esta planta también ha mostrado buenas propiedades bactericidas.

***Canavalia ensiformis* L. (frijol machete, nescafé)**

Canavalia gladiata

Familia: *Fabaceae*

ACTIVIDAD BIOLÓGICA: Adultos de mosca domestica.

Método extractivo. Maceración en alcohol por 48 h. de la semilla molida, filtrar y fraccionar.

Metabolitos secundarios. Especies del Género *Canavalia* han sido reportadas con propiedades insecticidas, fertilizantes, fijadoras de nitrógeno, alimento para los humanos y sustituto para la alimentación animal. En Cuba la canavalia o frijol de machete se ha usado, sobre todo en el centro y oriente del país, como extensor del café y como veneno para las bibijaguas (Roig, 1974). Dahlman et al. (1979) reportaron el efecto insecticida de la L-canavanina, un análogo de la arginina.

La *C. ensiformis* según los resultados obtenidos contiene antocianidinas, poliurónidos, aceite y aminoácidos, lo cual corrobora lo encontrado por Stout, (1973), mientras que la *C. gladiata* posee además taninos, esteroides-triterpenoides y saponinas. La presencia de estas otras sustancias puede explicar la mayor actividad biológica de *C. gladiata* y el uso tradicional de *C. ensiformis* en la adulteración del café, por ser menor el contenido de metabolitos secundarios potencialmente tóxicos.

***Agdestis clematidea* Moc. et Sesse (pedo de chino)**

Familia: *Phytolaccaceae*

ACTIVIDAD BIOLÓGICA: Adultos de mosca doméstica.

Método extractivo. Extractos acuosos por maceración durante 12 h. Maceración en alcohol por 48 h.

Metabolitos secundarios. Los resultados de los tamizajes fitoquímicos mostraron la presencia en los tubérculos de poliosas y alcaloides, en follaje solo fue positivo poliosas y triterpenos- esteroides, y en flores se encontraron además flavonoides y fenoles, todos estos compuestos, exceptuando los azúcares, poseen actividad biológica.

***Calophyllum inopphyllum* L. (ocuje)**

Familia: *Clusiaceae*

ACTIVIDAD BIOLÓGICA: Larvas de mosquitos

Método extractivo. Maceración en alcohol por 48 h. del polvo de las semillas, filtrar y fraccionar.

Metabolitos secundarios. Además de triterpenos-esteroides y alcaloides, el resultado del tamizaje detecta la presencia de glicósidos cianogénicos, que presentan un radical cianuro en la molécula, el cual en determinadas situaciones se libera, dando lugar a ácido cianhídrico, que es rápidamente absorbido y se liga a los citocromos de la cadena respiratoria, provocando muerte celular. Estos glicósidos en muchos casos actúan como alomonas para insectos fitófagos.

Tabla 1. Relación entre actividad biológica y metabolitos secundarios.

Metabolitos secundarios	Adultos mosca (10 plantas)	Larvas mosquitos (4 plantas)	Cucarachas (5 plantas)
Aminas	2	-	-
Taninos-fenoles	4	3	3
Triterpenos-esteroides	6	4	5
Quinonas	2	1	-
Alcaloides	5	1	1
Flavonoides	5	3	2
Protoantocianinas	2	-	-
Saponinas	3	-	1
Sesquiterpen-Lactonas	1	2	3
Tiofenos	-	2	-
Cumarinas	2	2	3

En la Tabla 1 se presenta la relación entre la actividad biológica y los metabolitos secundarios encontrados en las 15 plantas estudiadas. Como puede observarse, la actividad biológica contra moscas parece estar relacionada con el contenido de triterpenos –esteroides, alcaloides y flavonoides, con 6, 5 y 5 plantas respectivamente, mientras que contra cucarachas y mosquitos es afin con la presencia de triterpenos-esteroides y sobre todo en plantas con alto contenido de aceites esenciales. Esto facilitaría la búsqueda de Familias y Géneros representativos de estos metabolitos, y así poder dirigir las estrategias de lucha, preparación y dosificación de los formulados. Se recomienda ampliar este estudio con mayor número de plantas.

REFERENCIAS.

Bello, A. (1992): Estudio fitoquímico de *Stephania glabra* (Roxb) Miers. Alcaloides de interés terapéutico. Tesis de Diploma en Ciencias Farmacéuticas. Universidad de la Habana.

Camps, F. (1988): Relaciones planta-insecto. Insecticidas de origen vegetal. En: Insecticidas bioracionales. coord.. CSIC, Madrid, 527 pp.

Grainge, M. y Ahmed S. (1988): Handbook of Plants with Pest-Control Properties. Ed. J. Wiley and Sons.

Lock, O. (1988): "Investigación fitoquímica. Métodos en el estudio de productos naturales": 149-159

Mareggiani, G. (1999): Plantas Insecticidas. Ed. Secretaría de Publicaciones, Centro de Estudiantes de Agronomía de Buenos aires, Argentina, 53 pp.

Mola, J. L. Timor, C. Pérez, C Basterrechea, M Coll, F Gyori, M y González, O. (1987): Glicoalcaloides del *Solanum globiferum*. Rev. Plant. Med. Vol. 7: 59-67

Motawe, H.M. (1994): Cannagenin: a new moluscicidal agent from *Canna indica*. J. Herbs, Spices Med. Plants. Vol 2 (4):3 –10

Rondina, R. V. D. y Coussio, J. D. (1969): Estudios fitoquímicos de plantas argentinas Rev. Inv. Agrop. INTA Argentina, Serie 2. Biología y Producción Vegetal 6

Yatagai, M., Ohira, T. y Nagai, S. (1995): Seasonal variations of terpene emisión from trees and influence of temperature, light and contact stimulation. Chemosphere 30 (6): 1137-1149.