

INSECTICIDAS DE ORIGEN VEGETAL

Introducción

Los insectos forman parte inevitable de nuestro entorno, existen unas 950,000 especies descritas y la cifra de insectos por descubrir se calcula entre 6 y 10 millones, con lo que, podrían representar más del 90% de las formas de vida del planeta.

Aunque la mayoría son inoocuos y otros aportan beneficios para el hombre, muchos otros son perjudiciales por ser transmisores de enfermedades, entre estos los insectos hematófagos, son vectores de enfermedades infecciosas graves para el ser humano, tales como el paludismo (transmitida por los mosquitos del género *Anopheles*), la enfermedad de Chagas (transmitida por *Triatominos redúvidos*), la enfermedad del sueño o tripanosomiasis africana (cuyo vector es la mosca tse-tse), la fiebre amarilla y el dengue (el mosquito *Aedes aegypti*), tífus (transmitido por las piojos, pulgas y garrapatas), peste bubónica (pulgas de las ratas), leishmaniosis (mosquitos *Phlebotomus*), filariasis y elefantiasis (mosquitos *Anopheles*, *Culex*, *Stegomyia*, *Mansonia*).

Para el control de los insectos se han utilizado tantos métodos físicos, químicos y biológicos. Otro tipo de control es aquel en el que se utilizan productos naturales, que tienen la ventaja de no producir resistencia como en el caso de los compuestos químicos y que no dañan el ecosistema.

El conocimiento empírico de plantas útiles para combatir plagas de insectos ha sido utilizado por diversas civilizaciones, por ejemplo las hojas del árbol nativo de la India, Neem (*Azadirachta indica*), han sido usadas en este y países cercanos para el control de insectos en infestaciones con granos comestibles, desde 1500 años AC y todavía en el 2009 hay estudios sobre la actividad insecticida de esta planta. Las flores de Pyrethrum (*Chrysanthemum cinerariifolium*) originaria de China han sido usadas desde la antigüedad, para este fin, de este género derivan los piretroides, insecticidas sintéticos utilizados actualmente. Las propiedades del tabaco (*Nicotiana tabacum*) como insecticidas fueron utilizadas por los indios americanos y en Europa se empezaron a usar en las granjas desde el siglo XVII.

Mecanismos de defensa vegetal

Los compuestos responsables de conferir alguna propiedad a los extractos vegetales rara vez se encuentran aislados, y más bien, son una mezcla de compuestos que pueden afectar diferencialmente a los parásitos y patógenos en determinadas concentraciones y proporciones (Espinosa-García, 2001).

Otros factores que influyen sobre el contenido y características de los metabolitos es el clima. Levin y York (1978) sugieren que la mayor concentración de alcaloides en el follaje de las plantas se presenta en las de regiones tropicales bajas en comparación con las de regiones subtropicales y templadas. En este sentido Macias y Galindo (2001) observaron que los ecosistemas desérticos o semidesérticos son los sitios más adecuados para el desarrollo de especies vegetales aromáticas cuyo aroma se acentúa conforme las condiciones se vuelven más.

El sitio de producción de metabolitos en la planta muestra variaciones, en algunos casos pueden producirse en toda la planta, o bien puede mostrar selectividad entre órganos. Se ha observado que la mayoría de los terpenoides tienden a concentrarse en los órganos reproductivos y que de acuerdo con Zangerl y Bazzaz (1992), este comportamiento está relacionado con el proceso evolutivo de las plantas. También se ha observado que la producción de los metabolitos es cíclica -e incluso

diaria- y esto ha sido demostrado por Macias y Galindo (2001) quienes observaron que el alcaloide perlonina en la especie *Festuca arundinaceae* Schreb tiene una mayor producción en julio y agosto relacionándose además con la época de mayor actividad de los patógenos o parásitos.

Antecedentes Históricos del uso de las plantas en el control de Insectos

Desde la antigüedad, el uso de extractos de plantas, ya sea, por su acción medicamentosa o su acción plaguicida, apareció en el primer manuscrito verdadero perteneciente a la farmacia y la medicina llamado «papiro de Ebers», que data del siglo XVI antes de Cristo. En este mismo sentido, en el siglo XVII existen antecedentes del uso de insecticidas como extractos de hojas de tabaco, cuyo principio activo es la nicotina y después, en el siglo XIX, el empleo de piretrinas naturales extraídas del crisantemo (piretrum).

El uso de plantas como insecticidas tiene orígenes muy antiguos. Lozoya (1976) señala que en el siglo XVI en los Estados de México y



Figura 1. *A. aegypti* (L.) de la familia Culicidae es un mosquito doméstico, que se encuentra en todo el mundo. a) adulto, b) larva.

Morelos le daban usos ceremoniales y medicinales a plantas como *Tagetes lucida* que más tarde fueron usadas como insecticidas. Por otra parte se menciona que existen referencias del uso de soluciones a base de la hierba de la cucaracha *Halophyton cimidum* para el combate de la mosca y gusano de la naranja así como para el picudo del algodón (Lagunes *et al.*, 1984).

Existen muchas plantas cuyos extractos poseen propiedades insecticidas; sin embargo, desde el punto de vista comercial, sólo algunas se han aprovechado. Otras plantas contienen sustancias "venenosas", como la nicotina del tabaco, que es un veneno muy fuerte (Arenas, 1984; Forsth, 1968), y los aceites de la cáscara de los cítricos que probablemente causan cáncer (Eckert, 1991). Según Lukonsky, el narciso (*Nerium oleander L.*) contiene propiedades tóxicas y dos alcaloides: la seudoumarina y oleandrina. Muchos autores opinan que sólo la oleandrina es tóxica. La oleandrina posee además estrofantina, que es un potente glicósido cardiotónico capaz de inducir un paro cardíaco en humanos. Un animal experimentalmente envenenado con *N. oleander* muere con dosis de 300 mg por cada kg de peso (Gutiérrez, 1988).

Naturaleza Química de Principios Activos de las plantas

Sólo a partir del año 30, de este siglo, se produjeron los avances más importantes en la invención de plaguicidas sintéticos usando como modelos piretrinas, cuasina, rotenona y nicotina, seguida por la invención de orgánicos sintéticos: clorados, fosforados y carbamatos.

Algunos de los cuales ya están retirados del mercado por ser de alta toxicidad o simplemente, inconvenientes a la armonía ambiental.

En años recientes se ha observado la relación de los flavonoides con las propiedades defensivas de las plantas, encontrando por ejemplo, que la presencia de algunos O-glicosidos evitan el ataque de herbívoros en diferentes variedades de arroz, y en general, cada vez se encuentran en la literatura más reportes que informan de las propiedades alelopáticas de los flavonoides. Hoy en día el número de flavonoides conocidos y que además han sido aislados y evaluada su actividad biológica *in vitro* rebasa los 6 400 (Brouillard y Dangles, 1993). Durante cerca de 30 años los químicos suizos Staudinger y Ruzicka (según Brannam, *et al.*, 1970) descubrieron insecticidas en las flores del piretro. En 1924 anunciaron dos compuestos: piretrina I y Piretrina II. Forge (según Brannam *et al.*, 1970) y sus colaboradores del USDA volvieron a examinar el piretro en 1934 y descubrieron otros dos ésteres insecticidas en las flores; los llamaron cinerín I y cinerín II.

La actividad insecticida se debe a su acción sobre la bomba de sodio de las neuronas. Mediante un proceso fisicoquímico estas moléculas inhiben el cierre del canal de sodio de la membrana celular, de manera que producen una transmisión continua del impulso nervioso (Narahashi 1971). Las consecuencias de esta transmisión continua son los temblores, la parálisis muscular (llamado "efecto derribo" o "knock-down", característico de las piretrinas II) y, eventualmente, la muerte (específica de las piretrinas I). Esta actividad insecticida, que afecta especialmente a los insectos voladores, depende de la estructura química (Casida 1980). La incorporación de las moléculas de piretrinas a un organismo animal (incluido el humano) puede realizarse por vía dérmica, pulmonar y gástrica.

Efectos y Modos de Acción de Plaguicidas Orgánicos

Se ha observado que los principios activos derivados de plantas



Figura 2. *Culex pipiens*. Adulto (Izq.) y Larvas (Der.).

actúan de una manera lenta y gradual (Munch, 1988), a diferencia del efecto fulminante que provocan los insecticidas sintéticos. Esta característica es considerada una desventaja de los plaguicidas naturales, ya que las poblaciones de insectos plaga tratados con insecticidas naturales, no disminuyen rápidamente.

De acuerdo con Solorzano (1993) los efectos que causan los insecticidas naturales son principalmente fisiológicos y se han podido distinguir los siguientes: a) repelencia en larvas y adultos; b) suspensión de alimentación; c) reducción de la movilidad del intestino; d) impedimento de la formación de quitina; e) bloqueo de la muda en ninfas y larvas; f) impedimento del desarrollo; g) impedimento del crecimiento; h) toxicidad en larvas y adultos; i) interferencia en la comunicación sexual en la cópula; j) suspensión de la ovoposición y k) esterilización de adultos.

Uso de plantas en el control de insectos en granos almacenados

Desde hace cientos de años los agricultores han combatido a los insectos y aceptan el hecho de que éstos consumen y destruyen cierta cantidad de sus semillas ya sean para comercialización, alimentación o siembra para la próxima temporada. Los métodos de control utilizados son de naturalezas muy diversas, encontrándose alternativas como el control físico, químico y biológico, entre otros. La protección de semillas constituye uno de los permanentes desafíos para los profesionales e investigadores que trabajan en la protección vegetal y aún más si no se cuenta con la herramienta más recurrida, que son los insecticidas de origen sintético. Sin embargo, existen una serie de métodos naturales de control que permiten obtener niveles satisfactorios de protección a los cuales se puede recurrir cuando, por ejemplo, se trata de un sistema orgánico de producción.

La mayoría de las especies de plantas que se utilizan en la protección vegetal, exhiben un efecto insectistático más que insecticida (Silva *et al.*, 2002). Es decir, inhiben el desarrollo normal de los insectos. Sin embargo, no se puede olvidar que algunas sustancias vegetales si provocan un efecto insecticida como sucede con las piretrinas, la nicotina o la rotenona (Izuru, 1970). Según Coats (1994), los compuestos naturales tienen un efecto protector que principalmente se debe a repelencia, disuasivo de la alimentación u ovoposición y regulador de crecimiento. Por lo tanto, debemos considerar a todos aquellos compuestos que sabemos que su efecto es insectistático como preventivos más que como curativos (Rodríguez, 1993). Un ejemplo de lo último lo encontramos en el caso de los granos almacenados en donde una vez que el insecto ya penetró el grano, cualquier polvo vegetal de probada eficacia protectora no tendrá efecto (Lagunes 1994).



Figura 3. *Periplaneta americana*

Cuevas (2006) por su acción contra el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* (Mots.), las plantas de chicalote *Argemone* sp. y valeriana *Valeriana officinalis* ambas provocando 98.9% de mortalidad, 0% de emergencias de la primera generación y 0% de daño al grano: se incluye también la ruda *Ruta graveolens* con 43.3%, 0% y 0%. Como material diverso la cal causó 100%, 0% y 0% respectivamente. Para el gorgojo del frijol *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) el chicalote originó 98.7% de mortalidad, 0% de emergencias y 0% de daño; en tanto que la cal 100%, 0% y 0%. Finalmente, se redujeron las poblaciones del gorgojo del garbanzo *Callosobruchus maculatus* (Fab.) con el chicalote, induciendo el 26.2% de mortalidad y 0% tanto de emergencias como de daño al grano.

Productos naturales activos contra insectos vectores de enfermedades para el ser humano

Diferentes estudios realizados han proporcionado información sobre productos naturales que han resultado activos contra insectos que son vectores de enfermedades para el ser humano, en particular nos referimos a *Aedes aegypti* (Figuras No. 1) que produce el dengue y fiebre amarilla, a *Culex pipiens* (Figura No. 2) vector de encefalitis y otras enfermedades y a *Periplaneta americana* (Figura No. 3) que son factor determinante para la diseminación de diversas enfermedades.

*Departamento de Química
Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.