

4. ANTECEDENTES

ANTECEDENTES

Los productos de origen vegetal son recursos naturales renovables de múltiple uso para el hombre. Le proporcionan alimentos para la subsistencia, fibras textiles para vestirse y material para construir casa (*Cabrera, 1992*).

Todos los pueblos primitivos han adquirido información sobre las propiedades de gran número de plantas propias del medio ambiente en el que vivían. Estos conocimientos, eran por lo general, posesión de determinados individuos: sacerdotes, hechiceros, curanderos y en nuestro caso, campesinos y agricultores que se encargaban de métodos naturales para proteger sus cultivos (*Domínguez, 1973*).

Desde que el hombre dominó la agricultura y comenzó a cultivar especies de plantas que le interesaban y necesitaban, éstas fueron atacadas por diferentes organismos nocivos (insectos, ácaros, nemátodos, bacterias, etc.) los cuales encontraron un hábitat propicio para desarrollarse y alimentarse, afectando los sembradíos llegando a causarles la muerte (*Olguín, 1997*). Por ello, los hombres se vieron en la necesidad de utilizar sustancias como cenizas, azufre, tabaco molido o compuestos de mercurio para luchar contra estas plagas. Estos insecticidas, forman el grupo de los llamados “insecticidas de 1^a generación” pero tienen el problema de ser productos muy tóxicos, poco efectivos en la lucha contra la plaga y muy persistentes en el ambiente (*Echarrin, 1998*).

Los avances de la ciencia hicieron posible la obtención de mejores insecticidas denominados de 2^a generación de los cuales podemos destacar las tres familias mas

importantes, los organoclorados, los organofosfatos y los carbamatos; de los cuales dos primeros son considerados muy tóxicos para el hombre y se llegan a bioacumular en la cadena trófica debido, principalmente, a su poca solubilidad en agua; los carbamatos, no son tan tóxicos para el hombre pero son poco efectivos en el control de plagas (*Echarrin, 1998*).

Entre otros problemas que causan los insecticidas son:

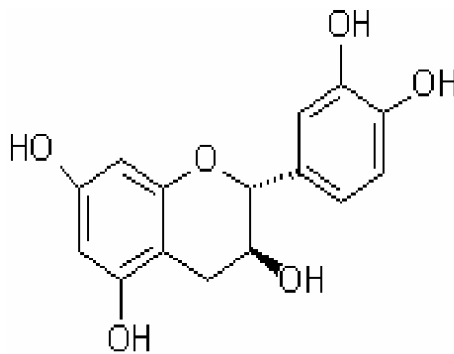
- La resistencia genética, que según datos de la OMS el número de especies de plaga con resistencia a los pesticidas ha aumentado de tener menos de 10 hace 50 años, a más de 700 en la actualidad.
- La alteración en los ecosistemas, ya que no sólo matan a la plaga sino también a otros insectos beneficiosos como abejas, mariquitas y otros organismos, inclusive algunos que se alimentan de ellos como pájaros, conejos o ardillas.
- La aparición de nuevas plagas, la toxicidad a los seres humanos y la movilidad en el ambiente debido a su bioacumulación son otros de los graves riesgos y consecuencias que se corren por el uso indiscriminado de dichos insecticidas (*Echarrin, 1998*).

Los productos de origen vegetal son una alternativa a los insecticidas de síntesis química para reducir los efectos adversos de estos últimos sobre el ambiente y la salud humana.

Entre los metabolitos secundarios que producen las plantas encontramos a los flavonoides, sesquiterpenlactonas, cumarinas, esteroides, quinolonas, saponinas, limonoides, glicósidos cardiotónicos, alcaloides, entre otros.

Los flavonoides son pigmentos vegetales que poseen un esqueleto carbonado C₆-C₃-C₆ como se encuentra en la flavonona, aurona, charcona, flavona, flavonol, etc. Se conocen unos 200 flavonoides naturales; distribuidos ampliamente entre las plantas, tanto libres como glicosilados; estos últimos contribuyen a darle color a las hojas flores y frutos (*Domínguez, 1973*).

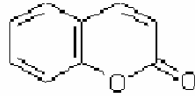
FIGURA 4.1 Catequina



Las sesquiterpenlactonas poseen un esqueleto fundamental con 15 átomos de carbono que teóricamente deriva de la unión de fragmentos de isopreno (2-metilbuta-1, 3dieno). Se han encontrado principalmente en extractos de las flores y partes aéreas de las plantas compuestas, siendo lo suficientemente típicos para tener cierto valor quimiotaxonómico. Son sustancias amargas, de farmacología poco estudiada, pero provenientes de plantas usualmente usadas como medicinales (*Domínguez, 1973*)

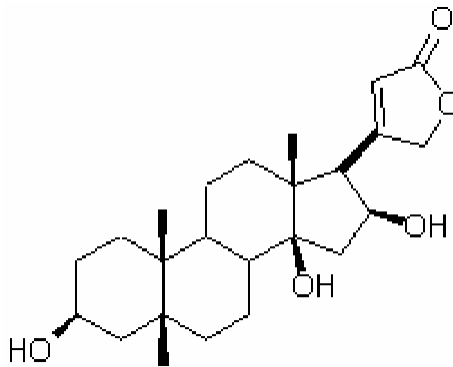
Las cumarinas constituyen un grupo importante de compuestos naturales; se les considera derivados de la lactona del ácido *o*-hidroxicinámico. Son sustancias fluorescentes, comúnmente fotosensibles encontrándose libres en las plantas.

FIGURA 4.2 Cumarina



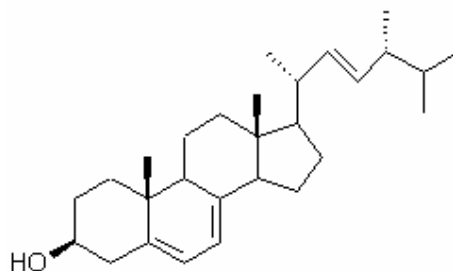
Las saponinas son un grupo de glicósidos que se disuelven en agua y disminuyen la tensión superficial de ésta; por tanto, al sacudir sus soluciones se forma una espuma abundante y relativamente estable, fácil de identificar en las pruebas preliminares de agua caliente. (Domínguez, 1973).

FIGURA 4.3Gitoxigenina



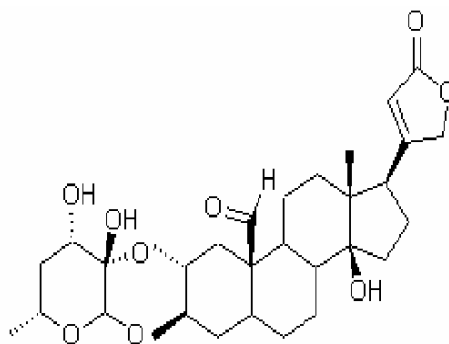
Los esteroides son alcoholes sólidos de 27 a 29 átomos de carbono, son de origen animal, aunque son reportados en algas rojas. Se han encontrado en todos los órganos de las plantas, principalmente en las semillas (Domínguez, 1973) Ejemplo de Ergosterol.

FIGURA 4.4 Ergosterol 3 β -ol



Los glicósidos cardiotónicos son sustancias amargas derivadas de los esteroides que actúan sobre el corazón. Se han encontrado en plantas de familias muy diversas.

FIGURA 4.5 Calotropina



Para proteger los ecosistemas y la inocuidad de los productos agrícolas, la ONU (Organización de las Naciones Unidas) por medio de la OMS (Organización Mundial de la Salud) y FAO (Organismo para la agricultura y la alimentación) han propuesto nuevas herramientas como la fitoprotección y más recientemente el surgimiento del MIP (Manejo Integrado de Plagas) para controlar las plagas sin necesidad de utilizar insecticidas sintéticos (Aragón, 2005).

La Fitoprotección, también llamada fitosanidad, protección de las plantas, protección vegetal, sanidad vegetal etc., es una de las principales ramas de la agricultura que se ha desarrollado suficientemente como para convertirse en una especialidad que

integra diferentes disciplinas. La fitoprotección abarca tanto la prevención, en su sentido amplio, como la supresión, el control o manejo de los problemas de plagas u organismos nocivos en la producción agraria y su diseminación hacia otras áreas (Aragón, 2005).

Más recientemente, la FAO está impulsando programas de Control Integrado de Plagas y considera que es el método idóneo para llegar a una agricultura sostenible que se refiere generalmente a un modo de agricultura que intenta proporcionar rendimientos sostenidos a largo plazo, mediante el uso de tecnologías de manejo, que integran los recursos locales para mejorar la eficiencia biológica del sistema. Para lograr este tipo de agricultura, la FAO propone 6 medios distintos (Echarrin, 1998.).

1. Técnicas de cultivo; varias características del cultivo tienen importancia contra la extensión de la plaga. Un ejemplo que ha tenido mucho éxito es el método aplicado en los cultivos de alfalfa, que consiste en dejar una parte del campo sin cultivar, dicha zona sirve para que los depredadores de los organismos que causan la plaga vivan ahí. La rotación de los cultivos también es eficaz en el control de plagas.
2. El control biológico consiste en usar las enfermedades, parásitos o depredadores naturales para controlar los organismos de la plaga.
3. El control genético consiste en modificar la misma especie, por ejemplo, se usan machos estériles y luego se liberan los cuales competirán contra los normales en la fecundación de las hembras por los que muchas descendencias teóricamente posibles no se producen disminuyendo con ello la población de la plaga.

4. Uso de hormonas y feromonas. Las hormonas que usan los insectos para controlar su desarrollo y su crecimiento deben estar presentes en determinados momentos de su vida y si se les administra en otra etapa o en distintas cantidades provocan deformaciones y la muerte de éste. El uso de feromonas sirve para atraer a otro insecto de la misma especie por lo cual son colocadas en trampas en las que son capturados.
5. Cuarentena, ésta técnica se usa cuando hay riesgo de que la importación de una planta u animal de otro país introduzca una nueva plaga.
6. Control integrado de plagas, consiste en tomar una o más técnicas aquí mencionadas, combinarlas y adaptarlas, para así, llevar un manejo integral y lo más natural posible, tratando de utilizar insecticidas lo menos posible (*Echarrin, 1998*).

El objetivo principal de estas técnicas es buscar alternativas a los graves problemas ya mencionados por uso indiscriminado de los plaguicidas pero también tiene otras metas entre las que se destacan realizar prácticas agroeconómicas con enfoque sanitario, aprovechar al máximo la biodiversidad funcional, incorporar las prácticas y métodos tradicionales, enfoque conservacionista sobre el medio ambiente y la biodiversidad, lograr buenas prácticas fitosanitarias, maximizar las tácticas preventivas, realizar una capacitación constante a los técnicos y agricultores, utilizar métodos participativos en la validación y adopción de las tecnologías y lograr procedimientos de fácil comprensión para los agricultores (*Aragón, 2005*)

La generación, validación y transferencia de programas de control integrado de plagas tiene determinados requisitos, pues no se trata simplemente de utilizar diferentes

métodos de manera aislada o sustituir simplemente los productos químicos por los biológicos (Aragón 2005). Los principales requisitos son:

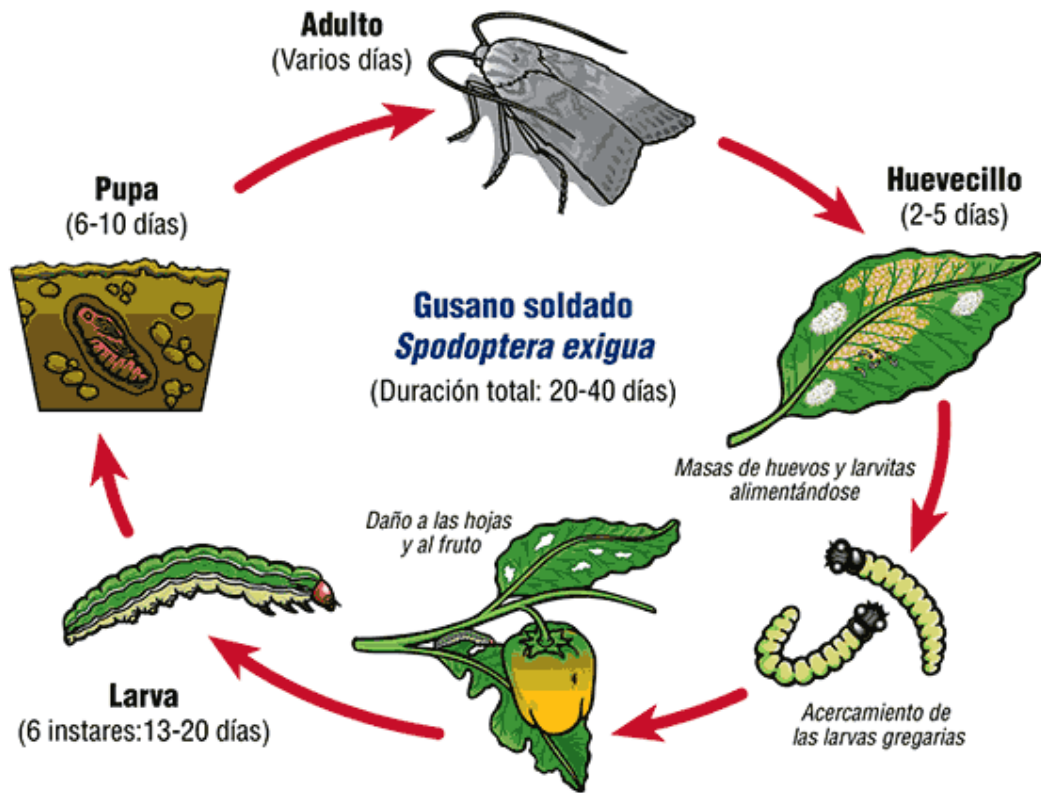
- a) Identificación de la o las plagas objeto de interés.
- b) Diagnóstico de la manifestación de las plagas, los métodos de control que se emplean y las características de los agricultores.
- c) Crear grupos interdisciplinarios y favorecer los métodos participativos.
- d) Aprovechar los conocimientos tradicionales y maximizar el empleo de los talentos humanos e insumos locales.
- e) Realizar estudios básicos (laboratorio y campo) con orientación básica.
- f) Otorgar un gran peso a los aspectos agroeconómicos, y tener presente los medioambientales
- g) Realizar estudios de integración de tácticas y validaciones en condiciones de producción, con amplia participación de los agricultores.
- h) Establecer procedimientos de muestreo y toma de decisiones con criterios económicos, ecológicos y sociales.
- i) Tener como paradigma la sostenibilidad de las producciones agrarias.
- j) Desarrollar el proceso de adopción de la tecnología con gran enfoque social.
- k) Establecer procedimientos para la medición de impactos y la calidad de las tácticas.
- l) Promover las buenas prácticas fitosanitarias.

El gusano soldado, es la larva de la palomilla nocturna, *Spodopetra exigua*, ha cobrado gran importancia en los últimos años debido a su gran proliferación en muchos cultivos. Está clasificado en el Reino animal, Phylum Artrópoda, Clase Insecta, Familia Noctuidae.

La larva es de color verde con líneas longitudinales de un tono más claro y dos puntos negros a los lados de la parte anterior del cuerpo. Su ataque comprende un sinnúmero de cultivos agrícolas, aunque se le combate más en las hortalizas principalmente en los cultivos de papa, tomate, soya, arroz y algodón y llega a medir hasta 35mm de largo. El ciclo de vida de éste insecto tiene varios estadios los cuales comprenden; la etapa de huevo que dura de 3 a 5 días; etapa larvaria en cambio dura de 10 a 16 y antes de llegar a edad adulta, *Spodoptera exigua*, debe pasar por una última etapa llamada de pupa la cual tiene una duración de hasta 7 días.

El adulto, una palomilla café grisáceo, con una envergadura de 5mm, tiene una mancha central pálida o anaranjada de forma circular, deposita sobre hojas masas de huevecillos recubiertos por pelos blancos, de los que salen las larvas a alimentarse mientras son jóvenes, carcomiendo las hojas; ya más grandes las perforan y por último, los gusanos grandes se dirigen a los frutos, devorándolos desde su interior provocando su caída.

FIGURA 4.6 Ciclo de vida de *Spodoptera exigua*



Esta plaga además de ocasionar bajas en el rendimiento y en la calidad, provoca rechazos en los embarques de explotación, no solo por los frutos dañados sino por el resto de larvas en ellos.

FIGURA. 4.7 Gusano soldado



Trichilia havanensis y *Croton ciliatoglanduliferus* son dos plantas de amplia distribución, se localiza principalmente en nuestro país en los estados de Puebla, Oaxaca, San Luis Potosí, Hidalgo y Tamaulipas. Por medio de diversas fuentes, es sabido que los agricultores de esta zona utilizan extractos, pulverizados y sembradíos de estas plantas para repeler los insectos y plagas de sus cultivos desde hace muchos años (Olguín 1997)

Trichilia havanensis es una arbusto o árbol perennifolio, hasta de 12m de alto y el tronco hasta de 40cm de diámetro, ramillas pulverulentas, hojas generalmente pinadas compuestas de 3 a 9 hojuelas obovadas flores de 3mm en panículas uviformes y fruto en capsulas de tres semillas y de la familia de las Meliáceas (Martínez, 1994). Se encuentra distribuida en los estados céntricos y tropicales México, islas del caribe, América central, Colombia y Venezuela. Es para resaltar que la comunidad Náhuatl-

Totonaca de la sierra Norte del Estado de Puebla, México, utiliza el fruto de *T. havanensis* en la agricultura tradicional para proteger la semilla de maíz durante la germinación del ataque de insectos, aves y roedores y las hojas son utilizadas para repeler a los insectos que dañan al grano del almacén (SEMARNAT, 2005).

Químicamente, las plantas de la familia de las Meliáceas se caracterizan por contener gran cantidad de tetranortriterpenoides, habitualmente conocidos como limonoides, dichos compuestos han despertado un alto interés por su actividad sobre el comportamiento y la fisiología de diversas especies de insectos fitófagos (Olguín, 2002).

Croton ciliatoglanduliferus es una planta silvestre de la familia Euphorbiaceae, distribuida en la región de Tehuacan, en el estado de Puebla, México, donde se utiliza con fines medicinales y como repelente contra insectos. Es un arbusto de 1-2m densamente tomentosos, con glandulitas pediceladas en las ramillas y en las hojas; estas son cordado-ovaladas de 3-12cm. Es una planta aromática y el líquido de las glándulas es irritante (Huerta, 2002).

FIGURA 4.8 *Croton ciliatoglanduliferus*



Se han realizado relativamente pocos trabajos de investigación fitoquímica y de actividad biológica de estas plantas, pero existen aquellos que reportan una posible actividad insecticida, repelente y antialimentaria extractos realizados a las semillas u hojas de *T. havanensis* y *C. ciliatoglanduliferus* (Olguín 1997).

Se han hecho estudios con las especies aromáticas, *Artemisia absinthium L*, *Ocimum bacilicum L*, *Borago officinalis L*, *Lavandula spica L*, *Mentha rotundifolia L*, *Origanum vulgare L*, *Urtica ureas L*, *Limpia alba* y *Thynus vulgaris*. A las cuales se les hizo un extracto metanólico de cada una impregnando la dieta de larvas de primer estadio de *T. castaneum*, evaluando el efecto sobre el desarrollo y la mortalidad larval.

Una de las especies más estudiada como insecticida natural es el árbol del Nim (*Azadirachta indica*), del cual, se han encontrado distintos compuestos. Las hojas y las frutas contienen una mezcla de ingredientes activos, y como principal sustancia insecticida se considera la azadirachtina. Encontrando su mayor concentración en las semillas por lo que son éstas las que se utilizan como insecticidas botánicos (Olguín, 2002).

El insecticida actúa de varias formas dependiendo de la familia del insecto plaga y el estadio afectado, ya sea como fagorepelente, matando la plaga, reduciendo la fecundidad o la actividad locomotriz.

López Olguín y colaboradores, en su artículo “Actividad de extractos de semillas de *Trichilia havanensis Jacq.* Sobre larvas de *Helicoverpa armiguera*” publicado en 1998 es uno de los primeros trabajos de actividad biológica de esta planta, los extractos probados fueron acetónico, etanólico y mezclas de etanol y agua (80:20).

Los resultados obtenidos en los índices de actividad antialimentaria propusieron la presencia de compuestos que afectan significativamente el comportamiento de alimentación de las larvas del insecto probado (*Helicoverpa armigera*).

Los compuestos aislados en este trabajo fueron la azadirona, O-acetiltrichilenona, 3,7-di-O-acetil-14,15-desoxihavanesina, 1,7-di-O-acetil-14,15-desoxihavanesina, 1,7-di-O-acetilhavanesina y 3,7-di-O-acetilhavanesina. Los compuestos que se obtuvieron, han sido elucidados por medio de RMN de Hidrógeno y comparados con la bibliografía.

Por su parte, *C. glanduliferus* ha sido estudiada escasamente, aparte de los informes hablados. Los extractos de ésta planta, tanto el acuoso como el pulverizado no causaron diferencia significativa en la mortalidad, sin embargo, si se ha observado una significativa reducción del peso larvario tres días después de que comenzaran a ingerir la dieta tratada, dicha reducción se va haciendo mas significativa conforme pasan los días y en cuanto al desarrollo larvario, éste se retrasó significativamente. Como lo menciona en su artículo A. Huerta “Efecto de un pulverizado y un extracto acuoso de *Croton ciliatoglanduliferus* Ort (Euphorbiaceae) incorporado a la dieta de *Spodoptera littoralis*.”