



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
ÁREA ACADÉMICA DE QUÍMICA
ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA
LABORATORIO DE ETNOBOTÁNICA

Plaguicidas vegetales del estado de Hidalgo, México: alternativas eficaces para controlar plagas y seguras para el medio ambiente

Tesis

PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS
AMBIENTALES

Presenta

Miguel Ángel Villavicencio Nieto

Director de Tesis:

Dr. Alberto José Gordillo Martínez

Mineral de la Reforma, Hidalgo

Julio de 2010



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
DIRECCIÓN

M. en A. JULIO CESAR LEINES MEDECIGO
DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
P R E S E N T E

Por este conducto le comunico que el jurado asignado al pasante del *Doctorado en Ciencias Ambientales* **C. M. en C Miguel Ángel Villavicencio Nieto**, quien presenta el trabajo de titulación "**Plaguicidas vegetales del estado de Hidalgo, México: Alternativas eficaces para controlar plagas y seguras para el medio ambiente**", después de revisar el trabajo en reunión de Sinodales ha decidido **autorizar la impresión** del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del Jurado:

| | |
|---------------|-------------------------------------|
| PRESIDENTE: | Dra. Elena María Otazo Sánchez |
| PRIMER VOCAL: | Dr. Alberto José Gordillo Martínez |
| SECRETARIO: | Dr. José Roberto Villagómez Ibarra |
| SUPLENTE: | Dr. J. Jesús Martín Torres Valencia |

Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi atenta consideración.

ATENTAMENTE
"AMOR, ORDEN Y PROGRESO"
Mineral de la Reforma, Hgo., 25 de junio del 2010.
DIRECTOR



M. en C. OCTAVIO CASTILLO ACOSTA

Los resultados de esta investigación se han difundido en las publicaciones y foros científicos que se mencionan a continuación:

Villavicencio Nieto, M.A., Pérez Escandón, B.E. y Gordillo Martínez, A.J. 2010. Plantas tradicionalmente usadas como plaguicidas en el estado de Hidalgo, México. *Polibotánica* 30: 191-236. (en prensa).

Villavicencio Nieto, M.A., Pérez Escandón, B.E. y Gordillo Martínez, A.J. 2010. Plaguicidas vegetales de Hidalgo, México. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca. (libro terminado, en revisión).

Villavicencio Nieto, M.A.; Pérez Escandón, B.E.; López Gutiérrez, B.N. y Gordillo Martínez, A.J. 2010. Plants used as pesticides in Hidalgo State, México. 11 th Congress of the International Society for Ethnopharmacology. España. (aceptado).

Villavicencio Nieto, M.A., Pérez Escandón, B.E. y Gordillo Martínez, A.J. 2009. Especies de plantas usadas para combatir plagas en Hidalgo, México. En: González, C. A., Coronel, C., Prieto García, F. y Otazo Sánchez, E.M. (Eds.). IX Seminario de Investigación en Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca. (enviado).

Villavicencio Nieto, M.A., Pérez Escandón, B.E. y Gordillo Martínez, A.J. 2010. Insecticidal activity of extracts of plants used as pesticides in Hidalgo State, México, against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera:Curculionidae). *Economic Botany* (en preparación).

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Dr. Alberto José Gordillo Martínez por su amistad, por haber aceptado dirigir esta tesis y por todo el apoyo brindado durante el desarrollo de la misma.

A los profesores investigadores de mi Comité Tutorial, Dra. Elena María Otazo Sánchez, Dr. Roberto Villagómez Ibarra y Dr. J. Jesús Martín Torres Valencia, por las observaciones y sugerencias realizadas, que permitieron mejorar y enriquecer la tesis.

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo recibido para realizar este estudio, como parte del Doctorado en Ciencias Ambientales, del Programa Nacional de Posgrados de Calidad: registro del PNPC CONACYT 00312.

Para Madeleine

CONTENIDO

| | |
|--|----|
| RESUMEN | 8 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 9 |
| 2. ANTECEDENTES | 12 |
| 2.1 PLAGUICIDAS VEGETALES. SITUACIÓN ACTUAL | 15 |
| 2.2 PLAGUICIDAS SINTÉTICOS | 17 |
| 2.3 PLAGUICIDAS VEGETALES | 19 |
| 2.4 COMPUESTOS SECUNDARIOS DE PLANTAS | 26 |
| 2.5 VENTAJAS DE LOS PLAGUICIDAS VEGETALES | 27 |
| 2.6 EL PROBLEMA DE LAS PLAGAS Y SU CONTROL EN EL ESTADO DE HIDALGO | 29 |
| 2.7 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO | 30 |
| 3. OBJETIVO GENERAL | 32 |
| 3.1 OBJETIVOS PARTICULARES | 32 |
| 4. MÉTODOS | 33 |
| 4.1 OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN ETNOBOTÁNICA | 33 |
| 4.1.1 ENTREVISTAS | 33 |
| 4.2 COLECTA E IDENTIFICACIÓN DE PLANTAS | 33 |
| 4.3 ANÁLISIS DE LOS DATOS DE LAS ENTREVISTAS, COLECTAS E IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES DE PLANTAS | 35 |
| 4.4 PREPARACIÓN DE EXTRACTOS ETANÓLICOS | 38 |
| 4.5 OBTENCIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL PRINCIPIO ACTIVO DE <i>Plumbago pulchella</i> | 39 |
| 4.6 PRUEBA DE ALIMENTACIÓN OBLIGADA CON <i>Sitophilus zeamais</i> | 39 |
| 4.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS | 41 |
| 5. RESULTADOS | 42 |
| 5.1 ESPECIES DE PLANTAS UTILIZADAS COMO | 42 |

| | |
|--|-----|
| PLAGUICIDAS EN HIDALGO. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN ETNOBOTÁNICA | |
| 5.2 PRUEBA DE ALIMENTACIÓN OBLIGADA CON <i>Sitophilus zeamais</i> | 55 |
| 5.3 OBTENCIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL PRINCIPIO ACTIVO DE <i>Plumbago pulchella</i> | 65 |
| 6. DISCUSIÓN | 68 |
| 6.1 PLANTAS UTILIZADAS COMO PLAGUICIDAS EN HIDALGO. INFORMACIÓN ETNOBOTÁNICA | 68 |
| 6.2 ACTIVIDAD INSECTICIDA DE LOS EXTRACTOS VEGETALES EN <i>Sitophilus zeamais</i> | 71 |
| 6.3 ACTIVIDAD INSECTICIDA DE LA PLUMBAGINA EN <i>Sitophilus zeamais</i> | 73 |
| 6.4 ANTECEDENTES DE USO PLAGUICIDA DE ALGUNAS DE LAS ESPECIES DE PLANTAS REGISTRADAS EN EL ESTUDIO | 74 |
| 7. CONCLUSIONES | 87 |
| 8. LITERATURA CITADA | 89 |
| 9. ANEXOS | |
| ANEXO 1 | 118 |
| ANEXO 2 | 119 |
| ANEXO 3 | 207 |

RESUMEN

Desde la antigüedad el hombre ha utilizado plantas para combatir plagas. En el estado de Hidalgo ésta parece ser una práctica frecuente que no había sido completamente estudiada. El método más utilizado para controlar plagas, es el uso de plaguicidas sintéticos, pero su uso desmedido ha provocado resistencia, contaminación y daños a la salud, por lo que se necesitan nuevos plaguicidas, eficientes y seguros. Las plantas son una fuente potencial de plaguicidas. Este estudio se realizó con el objetivo de investigar el uso de las plantas para controlar plagas en Hidalgo y evaluar la actividad insecticida de extractos y compuestos de plantas seleccionadas, para comprobar experimentalmente sus efectos y confirmar las propiedades que los habitantes del estado les atribuyen.

Por medio de entrevistas realizadas a habitantes de 150 comunidades del estado, se determinó que en Hidalgo se utilizan 124 especies de plantas para combatir 29 tipos de plagas y proteger 15 bienes; las plantas provienen de siete de los ocho tipos de vegetación del estado; se emplean todas las partes vegetales para preparar 186 productos como infusiones y humo. La mayoría de estas plantas, también se utilizan como medicinales (97 especies) y comestibles (35), lo que evidencia la seguridad de su uso. Se determinó la importancia de uso plaguicida de estas plantas al clasificarlas con el método de conglomerados jerárquicos. Las especies de plantas con mayor importancia de uso plaguicida en la región son *Trichilia havanensis*, *Psidium guajava*, *Nicotiana tabacum*, *Tagetes erecta*, *Mentha rotundifolia*, *Ipomoea stans*, *Tagetes lucida*, *Parthenium hysterophorus* y *Schinus molle*. Los extractos etanólicos de 32 especies de plantas seleccionadas, inhibieron el consumo de alimento de *Sitophilus zeamais*; el extracto de *Barkleyanthus salicifolius* fue el que produjo la inhibición más elevada. Los extractos de 28 especies produjeron mortalidad en *S. zeamais*, el extracto de *Erythrina americana* produjo la mortalidad más elevada (84%). Las 32 especies de plantas se clasificaron considerando la inhibición de la alimentación y la mortalidad. Las especies más activas y con mayor importancia son: *Barkleyanthus salicifolius*, *Trichilia havanensis*, *Schinus molle*, *Erythrina americana*, *Decatropis bicolor*, *Persea schiedeana*, *Croton pulcher*, *Yucca filifera*, *Senecio sanguisorbae*, *Euphorbia furcillata* y *Plumbago pulchella*. De esta última especie, se obtuvo e identificó el principio activo en *S. zeamais*, la plumbagina.

En la región existe una fuerte dependencia de la flora para el control de plagas, que se efectúa en un esquema de uso múltiple. Este uso tradicional de la flora es una característica cultural distintiva de Hidalgo, que es pertinente estudiar para contribuir a preservar el conocimiento tradicional y aprovechar estas experiencias colectivas para orientar la búsqueda de alternativas para resolver problemas ambientales relacionados con los plaguicidas sintéticos. Los resultados sugieren que el uso plaguicida de la flora es una práctica común en Hidalgo y la actividad insecticida observada en las pruebas, confirma las propiedades que tradicionalmente se atribuyen a estas plantas.

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo del desarrollo de las culturas humanas la relación entre el hombre y su medio vegetal ha sido íntima y vital. El hombre ha vivido con las plantas y dependido de ellas para satisfacer la mayoría de sus necesidades, las ha empleado como medicinales, comestibles, ornamentales, combustibles, artesanales, para construir casas, chozas, corrales y cercas, para elaborar utensilios domésticos e instrumentos de trabajo, para obtener ceras, resinas y pigmentos, en fiestas, ceremonias, ritos y juegos; las plantas también han sido utilizadas para combatir plagas (Toledo *et al*, 1995; Schultes and von Reis, 1997), que son organismos que perjudican al hombre y a sus bienes.

Hay evidencias de que las plagas han afectado al hombre y a los animales domésticos desde hace cientos o miles de años. En sitios arqueológicos de 10000 años de antigüedad se han identificado restos de piojos en momias humanas (Ewing, 1924; Araújo *et al.*, 2000 citados en Guerra *et al.*, 2003); en otro sitio más reciente, de aproximadamente 1150 años, localizado en el Desierto Chihuahuense, en la frontera entre México y Estados Unidos de Norteamérica, se observó una momia humana con alteraciones en la morfología intestinal consistente con un megacolon, una condición asociada con la enfermedad de Chagas, que es causada por *Trypanosoma cruzi*, un parásito transmitido por un insecto, una chinche de la familia Reduviidae (Reinhard *et al.*, 2003). Con respecto a los animales domésticos, en un sitio arqueológico del sur de Perú, fechado en 900 años d.C., se observaron momias de perros, *Canis familiaris*, de las cuales se obtuvieron pulgas momificadas identificadas como *Pulex simulans/irritans* (Pulicidae; Siphonaptera) (Dittmar *et al.*, 2003).

Es probable que el combate a las plagas, haya empezado por lo menos desde los inicios de la agricultura, hace unos 10000 años, para lo cual se empleaban diversos métodos, incluyendo la aplicación de productos obtenidos de plantas (Smith and Secoy, 1975; Thacker, 2002). Los primeros registros documentales acerca del uso de plantas para combatir plagas datan de 2500 años a.C. y se refieren a China y Egipto; en Grecia

Clásica, Mesopotamia, Roma y otras regiones también hay antecedentes de este uso desde hace unos 500 años a.C. (Smith and Secoy, 1975; Duke, 1990; Rodríguez *et al.*, 2003).

Esta práctica no ha perdido vigencia y el resultado es que actualmente en muchos países se siguen utilizando como plaguicidas miles de plantas y sus productos (Golob and Webly, 1980; Secoy and Smith, 1983; Duke, 1990; Prakash and Rao, 1997; Golob *et al.*, 1999). Pero hoy día el método principal para controlar plagas es la aplicación de plaguicidas sintéticos, productos que son sumamente efectivos en contra de plagas agrícolas y de vectores de parásitos y microorganismos causantes de enfermedades (Wheeler, 2002). Sin embargo el empleo excesivo y prolongado de estos productos ha generado severos problemas ambientales, daños a la salud humana e incremento de especies de plagas resistentes a los plaguicidas sintéticos (Arata, 1984) y lo que fue una solución ahora también es un serio problema.

Los numerosos problemas generados por el uso de los plaguicidas sintéticos han sido una de las motivaciones principales para considerar la búsqueda de otros productos para combatir plagas que sean eficaces y seguros. De esta forma las plantas surgen como candidatos que pueden jugar el papel de ser una fuente de productos con esas características deseables, así que ahora hay un interés creciente por estudiarlas desde diferentes puntos de vista. El interés empieza por conocer cuáles son las especies de plantas que actualmente se emplean en distintas sociedades humanas para controlar a las plagas, en corroborar las propiedades plaguicidas de los productos vegetales mediante pruebas *in vitro* y de campo efectuadas en diferentes organismos plaga, así como en aislar e identificar a los compuestos secundarios o productos naturales que son los principios activos que confieren a las plantas la actividad plaguicida (e.g. Secoy and Smith, 1983; Lagunes, 1984; Rodríguez y Lagunes, 1992; Regnault-Roger and Hamraoui, 1993a). Estas investigaciones tienen amplias posibilidades de lograr resultados de interés al llevarse a cabo en países con alta diversidad biológica y cultural como México (Toledo, 1988) en donde desde hace unos 25 años se está explorando la

flora local para encontrar plantas con potencial para el control de plagas agrícolas (Lagunes, 1984; Lagunes *et al.*, 1987; Rodríguez y Lagunes, 1992), pero en la mayor parte del país faltan investigaciones sistemáticas para conocer a las especies de plantas que se emplean localmente como plaguicidas, tal es el caso del estado de Hidalgo por lo que en el presente trabajo se dan a conocer los resultados obtenidos al investigar el uso de las plantas para el control de plagas en esta entidad.

Una plaga es cualquier tipo de organismo que perjudica los cultivos, la salud, los bienes o el ambiente del hombre. Las plagas más frecuentes son de insectos, ácaros, nemátodos, hierbas, moluscos, aves, ratas y ratones (Thacker, 2002; FAO/OMS, 2004); otros organismos que constituyen plagas son ardillas, zorras, tejones (Challenger, 1998) y perros (Trujillo-Vázquez y García-Barrios, 2000). Un plaguicida es un producto, sustancia o mezcla de sustancias usadas para controlar, destruir, repeler o mitigar cualquier plaga (FAO/OMS, 2004).

Las plantas y sus productos se utilizan como plaguicidas en diferentes regiones del mundo y su uso principal es para combatir insectos, aunque también se emplean en contra de otros organismos que constituyen plagas (Duke, 1990). A nivel mundial se ha reportado el uso como plaguicidas de unas 2400 especies de plantas (Secoy, and Smith, 1983), lo que significa que cerca del 1 %, de las 241550 (Raven *et al.*, 1999) a 260000 (Judd *et al.*, 1999) especies de plantas vasculares que se estima existen en el mundo, se utilizan para combatir plagas.

Por esos motivos, hay interés en investigar a las plantas como alternativa para el manejo de plagas, particularmente de insectos, con la intención de descubrir y desarrollar productos efectivos, más seguros para el ambiente y menos tóxicos para los seres humanos y otros animales (Duke, 1990; Petroski and Stanley, 2009). China, en su Programa Nacional de Investigación Básica 973, incluyó el Programa de Investigación de Plaguicidas Verdes, algunos de cuyos tópicos son descubrir compuestos modelo, aplicaciones en un mayor número de blancos y con nuevos modos de acción de

productos naturales, bajo el argumento que estos últimos continúan proporcionando sustancias con propiedades biológicas novedosas, en este contexto, en ese país asiático se están investigando plantas para la detección de actividad plaguicida (Qian *et al.*, 2010). Se ha sugerido que la investigación debería hacer énfasis en las floras tropicales, cuyas especies, que han sido poco investigada desde el punto de vista químico y farmacológico, son una fuente de sustancias bioactivas (Balandrin *et al.*, 1985, Arnason *et al.*, 2004; Isman, 2005). En lo que respecta a las plantas de las regiones áridas y semi áridas, se considera que poseen un alto potencial para el descubrimiento de insecticidas vegetales (Isman, 1989). En países como México, con su elevada diversidad florística y la enorme riqueza del conocimiento tradicional de sus habitantes (Toledo, 1988), hay amplias posibilidades de hallazgo de productos vegetales para combatir plagas. En el país, se ha hecho poco énfasis en el estudio del uso de las plantas como plaguicidas y los reportes de las especies que se emplean con ese fin, están dispersos en la literatura y se refieren principalmente a insecticidas vegetales. En el estado de Hidalgo se encontraron evidencias que indican que el uso de las plantas para combatir plagas es una práctica frecuente en distintas regiones de la entidad (Villavicencio Nieto y Pérez Escandón 1995, 2006; Villavicencio Nieto *et al.*, 2002), sin embargo el tema no ha sido investigado con mayor amplitud.

2. ANTECEDENTES

Además del hombre, otros vertebrados emplean distintos métodos para eliminar plagas, en particular de insectos, ácaros y garrapatas que son ectoparásitos. Se ha observado que los monos capuchinos, *Cebus capucinus*, en Costa Rica, se aplican en la piel frutos de varias especies de *Citrus* (Rutaceae) y se restriegan hojas y tallos de *Piper marginatum* (Piperaceae) y de *Clematis dioica* (Ranunculaceae) y los coatíes, *Nasua narica*, impregnan sus cuerpos con resina de *Trattinnickia aspera* (Burseraceae), en los dos casos se sugiere que con este comportamiento se busca reducir la abundancia de parásitos en la piel (Lozano, 1998). Una estrategia de anidación en algunas aves como

los estorninos, *Sturnus*, es la selección de materiales vegetales bioactivos para la preparación de sus nidos, experimentalmente se ha demostrado que esos materiales vegetales contienen sustancias que causan mortalidad en ácaros y garrapatas, por lo que su incorporación a los nidos es para reducir la incidencia de esos ectoparásitos (Clark and Mason, 1988).

Varias especies de aves tienen una conducta conocida como hormigarse (anting, en inglés) en la que el ave sujeta con el pico hormigas vivas, otros invertebrados como cienpies, hojas o frutos de diferentes especies de plantas y se los coloca o frota sobre su plumaje, como medio de control de patógenos o parásitos externos, pues con esa aplicación se impregnan de sustancias secretadas por los invertebrados al estar bajo tensión o por compuestos secundarios contenidos en las partes vegetales utilizadas, esos componentes son los que producen el efecto plaguicida (VanderWerf, 2005). Se observó a un grajo, *Quiscalus quiscula* (Aves), golpear un fruto de lima, tomar trozos pequeños con el pico y acicalarse las plumas; posteriormente se demostró que las sustancias volátiles contenidas en la cáscara del fruto causaron mortalidad en *Columbicola columbae* (Insecta : Phthiraptera), piojo de las plumas de aves, esto se interpretó como un comportamiento para combatir ectoparásitos (Clayton and Vernon, 1993).

El hombre ha tenido diversas creencias para explicar el origen de las plagas y empleado diferentes procedimientos para combatir las, entre los que se encuentran prácticas religiosas llevadas a cabo para asegurar buenas cosechas; autores clásicos como Plinio, entre el año 23 y 79 d.C. escribió que se debía invocar a dioses, como Apolo, para mantener a las cosechas libres de ratones y de langostas; otro procedimiento para alejar a las langostas era colgar un murciélago en medio del campo de cultivo; sustancias como el azufre se aplicaban en los troncos de los árboles para eliminar orugas (Smith and Secoy, 1975).

Desde la antigüedad, las plantas y sus productos han sido utilizados para controlar plagas, particularmente de insectos. En China y en Egipto, desde 2500 años a.C., se

utilizaban cenizas de madera contra plagas de almacén, más tarde, 1000 años a.C., en China también se empezaron a aplicar los productos de varias especies de *Derris* (Fabaceae) (Rodríguez, *et al.*, 2003). Hacia 400 a.C., en Mesopotamia, Persia, Roma y Dalmacia, en la antigua Yugoslavia, se empleaban las cabezuelas secas de *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Trevir.) Vis. (Asteraceae) para preparar polvo de piretro, producto usado para eliminar piojos y chinches. En Grecia Clásica y en Roma, desde 300 a 200 años a.C. se empleaban infusiones de plantas como albahaca, *Ocimum* sp. (Lamiaceae), para eliminar moscas (Smith and Secoy, 1975). El nim, *Azadirachta indica* A. Jus. (Meliaceae) tiene siglos de uso insecticida en la India (Lagunes, 1984; Jacobson, 1989; Duke, 1990). En América, en la zona Andina de Perú y Ecuador desde hace cientos de años se ha empleado el humo del tabaco, *Nicotiana glauca* L. y *Nicotiana rustica* L. (Solanaceae) como fumigante del maíz (Gately, 2002). A partir del siglo XVII, varias especies de plantas se empezaron a usar comercialmente como insecticidas, la primera fue *Nicotiana tabacum* L., cuyos productos se aplicaban para el control de escarabajos que atacan al ciruelo (Rodríguez, *et al.*, 2003); luego, en 1850 se introdujo *Lonchocarpus nicou* (Aubl.) DC. y después *Tephrosia vogelii* Hook. (Fabaceae) originarias de la Guyana Francesa y del Amazonas; otra planta de uso insecticida muy antiguo en Sudamérica es *Schoenocaulon officinale* (Schltdl. & Cham.) A. Gray ex Benth. (Liliaceae), cuyas semillas molidas se conocen como sabadilla, al igual que *Anabasis* spp. (Chenopodiaceae), *Ryania speciosa* Vahl (Flacourtiaceae) y *Haplophyton* spp. (Apocynaceae) (Lagunes, 1984, Balandrin *et al.*, 1985, Jacobson, 1989, Duke, 1990; Moore and Lenglet, 2004). Éstas y otras especies vegetales como *Derris elliptica* (Nallich) Benth., (Fabaceae), que desde el siglo XIX se empleaba en la India como insecticida (McIndoo, 1919), se usaron ampliamente en el comercio para el control de insectos hasta la primera mitad del siglo XX cuando su uso empezó a disminuir con el advenimiento de los plaguicidas sintéticos.

2.1 PLAGUICIDAS VEGETALES. SITUACIÓN ACTUAL

Hoy día en países de todos los continentes distintos sectores de la sociedad siguen utilizando plantas para controlar insectos, se ha reportado que en el mundo actualmente se usan más de 2400 especies de plantas como plaguicidas (Golob and Webly, 1980, Secoy and Smith, 1983; Prakash and Rao, 1997; Golob *et al.*, 1999). El Consorcio para la Protección Internacional de Cultivos, CICP por sus siglas en inglés, publicó una lista de 86 especies de plantas que se usan o que tienen el potencial de ser usadas para combatir plagas agrícolas en la región del Sub-Sahara del este de África, entre esas especies se encuentra *Lantana camara* L. (Verbenaceae) (CICP, 1998). Golob *et al.* (1999) describieron el uso como plaguicidas de más de 100 especies de plantas en diferentes partes del mundo, reportaron que en Ghana, en la región central del país, los granjeros protegen sus granos almacenados del ataque de los insectos utilizando 26 especies de plantas, entre las que se destaca el neem, *Azadirachta indica* y *Capsicum annum* L. (Solanaceae) y en la región norte emplean 15 especies vegetales; en contraste en Malawi sólo usan dos especies de plantas con ese fin, *Nicotiana tabacum* L. y *Dolichos kilimandicharicus* Taub. En algunas regiones de África Occidental se aplican más de quince especies de plantas como *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. (Lamiaceae) y *Olea europaea* L. (Oleaceae) como repelente de mosquitos (Hassanali and Lwande, 1989; Karunamoorthi *et al.*, 2009) y *Xylopia aethiopica* (Dunal) A. Rich. (Annonaceae) para ahuyentar insectos de los graneros (Kouninki *et al.*, 2007).

En el sur de Francia los agricultores colocan ramas de distintas especies de plantas, que comúnmente se emplean como condimento o medicinales, entre los sacos de frijol, *Phaseolus vulgaris* L., para evitar que las semillas sean atacadas por *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera), una de las principales plagas de frijol almacenado, entre las plantas empleadas se encuentran *Mentha piperita* L. (Lamiaceae), *Laurus nobilis* L. (Lauraceae) y *Thymus vulgaris* L. (Lamiaceae) (Regnault-Roger and Hamraoui, 1993a, 1993b; Regnault-Roger *et al.*, 1993; Regnault-Roger and Hamraoui, 1994/1995). En Cuba, una práctica frecuente del campesino es el uso de los extractos y polvos vegetales

como insecticidas botánicos en el control de plagas de insectos, ácaros y nematodos que afectan a las plantas cultivadas y a los granos almacenados, con este fin se emplean especies de la flora nativa y exótica como el añil, *Indigofera suffruticosa* Mill. y piñón florido, *Gliricidia sepium* (Jack) Steud. (Fabaceae), entre otras (Estrada y López, 1997). En Perú la papa almacenada se protege de las palomillas con hojas de *Minthostachys* spp. (Lamiaceae) (Guerra *et al.*, 2007) y en Cajamarca, una región de este país sudamericano, se emplean 22 especies de plantas para controlar diversas plagas (Orozco and Lentz, 2005). En Estados Unidos de Norteamérica se ha reportado el empleo de varias especies de plantas para repeler insectos, en el siglo XVIII se utilizaba *Tanacetum vulgare* L. (Asteraceae) (Chiasson *et al.*, 2001), actualmente se usan *Sambucus melanocarpa* A. Gray (Sambucaceae), *Matricaria matricorioides* (Less.) Porter (Asteraceae) (Willard, 1999), *Cupressus arizonica* Greene (Cupressaceae) y *Artemisia tridentata* Nutt. (Asteraceae) (Moore, 1989).

En México, las flores secas de tabachín, *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Swartz (Caesalpinaceae), se usan como insecticidas (Martínez, 1979); la hierba de la virgen, *Loeselia mexicana* (Lam.) Brand. (Polemoniaceae) se quema para ahuyentar moscas, en Veracruz, utilizan *Helenium quadridentatum* Labill. (Asteraceae) para eliminar pulgas y *Porophyllum punctatum* (Millar) Blake (Asteraceae) para eliminar piojos (Del Amo, 1979). En la Sierra Norte de Puebla se reporta el uso de *Trichilia havanensis* Jacq. (Meliaceae) para proteger a los granos almacenados del ataque de los insectos (Martínez Alfaro *et al.*, 1995). Por su parte, Toledo *et al.* (1995) analizaron una serie de publicaciones con el fin de evaluar el conocimiento indígena sobre la flora tropical húmeda de México, encontraron que 10 de 23 grupos indígenas que habitan esa región del país utilizan 1330 especies de plantas, once de las cuales las emplean como insecticidas. En Chiapas los granos almacenados son protegidos del ataque de los insectos con la chilca, *Senecio salignus* DC. (Asteraceae) (Rodríguez y López, 2001).

Respecto de plantas usadas para combatir otro tipo de plagas, su número es menor que el de las empleadas como insecticidas, por ejemplo, de las 653 especies de plantas

que reportaron Secoy and Smith (1983), la gran mayoría se emplea contra insectos y sólo 37 contra otras plagas; Prakash and Rao (1997) reportaron 1079 especies de plantas como plaguicidas, de éstas 866 tienen uso insecticida, 150 uso nematocida, 30 acaricida, 13 plantas son tóxicas en moluscos y 20 se usan contra roedores. En Europa, *Urginea maritima* (L.) Baker (Liliaceae) es empleada como rodenticida (Pascual-Villalobos, 2002). En Estados Unidos *Veratrum viridae* es utilizado como repelente de aves (Willard, 1999). En Veracruz utilizan *Gliricidia sepium* Kunth ex Steud. (Fabaceae) para controlar ratones (Del Amo, 1979) y en Chiapas *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) y *Nicotiana tabacum* L. (Solanaceae) se usan para controlar aves y mamíferos, especialmente perros (Trujillo-Vázquez y García-Barrios, 2000).

2.2 PLAGUICIDAS SINTÉTICOS

En la actualidad el método principal para el control de plagas es la aplicación de plaguicidas sintéticos, productos sumamente efectivos, por lo que en los últimos 50 años han jugado el papel principal en el control de plagas agrícolas y la reducción de enfermedades transmitidas por vectores y se prevé que su uso seguirá siendo esencial en los próximos años (Wheeler, 2002).

En 1939 se descubrió la actividad insecticida del DDT, y enseguida, durante la segunda guerra mundial, se empezó a utilizar para controlar vectores de enfermedades en el norte de África y en el sur de Europa, posteriormente, en 1945 apareció en el mercado para uso agrícola. Esto trajo como resultado un mayor rendimiento agrícola debido a la prevención de daños por insectos, de hecho, esta es una de las razones por las cuales en Estados Unidos la productividad agrícola se elevó hasta 250 % de 1940 a 1996 (Wheeler, 2002); también se observó la reducción de casos de malaria y de brotes de tifus a través del combate a los vectores de estas enfermedades, mosquitos del género *Anopheles* y piojos del género *Pediculus*, respectivamente (Arata, 1984). Con resultados como éstos se tuvo la certeza de que ya era posible controlar a los vectores de

enfermedades humanas y a las plagas agrícolas. Sin embargo, muy pronto se vio que varias especies de insectos habían desarrollado resistencia al DDT y a otros insecticidas, entre éstas se encontraba *Anopheles gambiae*, uno de los vectores de la malaria en África y *Xenopsylla cheopis*, la pulga de la rata oriental, vector de la peste bubónica (Arata, 1984). Diversas especies de plagas agrícolas también mostraron resistencia. El número de especies de insectos resistentes se incrementó considerablemente, en 1908 había una especie resistente y hacia 1980 ya eran 450 (Arata, 1984; Berenbaum, 1989). Para controlar a esas plagas hacen falta nuevos insecticidas, pero es evidente que ha disminuido la producción de esas sustancias con estructuras novedosas, en el periodo 1961-1970 se introdujeron 19 nuevos insecticidas, en la siguiente década fueron ocho y de 1980 a 1990 sólo se introdujeron tres (Berenbaum, 1989).

A más de 60 años de haberse introducido el DDT y a pesar de que la industria de los insecticidas sintéticos se ha consolidado y produce 2254000 toneladas métricas anuales de estos productos, cuya exportación asciende a 10994 millones de dólares al año, actualmente continúan los problemas causados por insectos, por ejemplo, cada año mueren más de un millón de personas a causa de la malaria y de 35 a 60 millones de personas contraen dengue, una enfermedad endémica en más de 100 países y cuyo vector principal es un mosquito, *Aedes aegypti*, cuya hembra transmite el virus, causante de este padecimiento, de persona a persona (Satcher, 1995; Brogdon and McAllister, 1998; Fauci, 1998; Bisset, 2002; Calisher, 2005; Cruz-Reyes y Pickering-López, 2006; Kanakarathne *et al.*, 2009) y por el ataque de los insectos anualmente se pierde por lo menos el 14% de las cosechas mundiales (Thacker, 2002; FAO, 2003). Por otra parte, los plaguicidas sintéticos, incluyendo los productos insecticidas, contaminan suelo y agua (Notario del Pino y Diaz Diaz, 1998); se bioacumulan en las cadenas alimenticias; son poco selectivos por lo que dañan a otros organismos que no son el blanco, como polinizadores, peces, anfibios, aves y mamíferos; destruyen a los enemigos naturales de las plagas; afectan a los animales domésticos y causan intoxicación a los seres humanos y a largo plazo producen efectos carcinogénicos, teratogénicos y mutagénicos (Arata, 1984; Wesseling *et al.*, 2003). Adicionalmente, debido al incremento de los precios del

petróleo, que es la materia prima para su fabricación, los plaguicidas sintéticos son cada vez más caros, lo cual es una de las razones por las que están fuera del alcance de los pequeños agricultores, particularmente de los que viven en países en desarrollo (Prakash and Rao, 1997).

Ante estos problemas, existe la necesidad de contar con nuevos productos para controlar plagas, que sean efectivos y seguros.

2.3 PLAGUICIDAS VEGETALES

En la búsqueda de alternativas para el control de las plagas, se considera que las plantas son una fuente potencial de productos plaguicidas, que son efectivos y más seguros, tanto para los seres humanos, como para el ambiente, a estos productos se les puede denominar plaguicidas vegetales (Arnason *et al.*, 1989; Duke, 1990; Prakash and Rao, 1997; Isman, 2001, 2005; Regnault-Roger *et al.*, 2005).

Como plaguicidas vegetales se pueden considerar a plantas completas, que son sembradas o se dejan crecer en huertos o entre cultivos para repeler a las plagas (Endersby and Morgan, 1991); ramas frescas, que se colocan en lugares o entre los objetos o productos que se desea proteger (Regnault-Roger and Hamraoui, 1993a); plantas secas, en trozos o en polvo, que se mezclan con frutos o semillas para evitar el ataque de insectos (Silva *et al.*, 2003a) y extractos y sustancias de origen vegetal (Rodríguez, *et al.*, 2003). Los plaguicidas vegetales, cuyos principios activos están constituidos por los compuestos secundarios que contienen, han mostrado efectos sobre diversos organismos (Prakash and Rao, 1997), entre los que se encuentran los insectos, en los que es posible que presenten efectos insecticidas o insectistáticos (Rodríguez *et al.*, 2003), a estos últimos también se les denomina efectos subletales, comportamentales o fisiológicos (Isman, 2000). Los efectos insecticidas son por contacto, ingestión o fumigación (Rodríguez *et al.*, 2003), mientras que los insectistáticos, en los que no se

presenta mortalidad instantánea o a corto plazo, incluyen inhibición de la alimentación, repelencia (Kim *et al.*, 2002; Isman, 2006), inhibición del crecimiento, desarrollo precoz (Isman, 2000; Rodríguez *et al.*, 2003), efecto juvenil (Cuñat *et al.*, 1990) o efecto disuasivo de la oviposición (Tingle and Mitchell, 1984). A los productos vegetales que inhiben la alimentación de los insectos, ya sea que la disminuyan o la supriman, se les conoce principalmente como disuasivos de la alimentación o antialimentarios (Berenbaum, 1988; Lewis and van Emden, 1988). La inhibición de la alimentación, que es el efecto más estudiado de los plaguicidas vegetales, se evalúa en pruebas mediante la determinación del peso de insectos expuestos a diversos productos vegetales o por medio de la determinación del consumo de alimento; los datos se pueden expresar, por ejemplo, como porcentaje de la inhibición de la alimentación, índice de la inhibición de la alimentación, índice de actividad antialimentaria, entre otros (Rodríguez *et al.*, 2003).

En los últimos 30 años se han desarrollado líneas de investigación que tienen entre sus fines explorar a las floras locales y evaluar la actividad de extractos y otros productos vegetales en organismos que constituyen plagas, particularmente en insectos y otros artrópodos que son plagas agrícolas, en vectores, que afectan la salud humana y de animales domésticos y en otros invertebrados, como nematodos y caracoles. Numerosos estudios se han abocado a evaluar productos vegetales en insectos que atacan semillas y granos almacenados, entre los que destaca *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). Insectos, como *Drosophila melanogaster* Meigen (Diptera: Tephritidae) se han empleado como organismos de prueba en la búsqueda de sustancias vegetales bioactivas. Diversas investigaciones han sido dedicadas a evaluar el potencial insecticida de grupos de compuestos secundarios, como los aceites esenciales y alcaloides, entre otros.

Así, Sievers *et al.* (1949) reportaron que los polvos y extractos de 30 de 78 especies de plantas del noreste de Sudamérica ensayadas en 13 especies de insectos, mostraron actividad en por lo menos uno de los insectos de prueba, siendo la más tóxica *Mammea americana* L. Cuñat *et al.* (1990) encontraron que doce de 80 extractos de plantas de

España, de la región del Mediterráneo, presentaron actividad ovicida en huevecillos de *Leptinotarsa decemlineata*. En la República de Corea, Han *et al.* (2006) probaron los extractos metanólicos de 28 especies de plantas medicinales en *Attagenus unicolor japonicus* (Coleptera: Dermestidae), coleóptero que consume objetos elaborados con pieles y plumas, y determinaron que el extracto de *Eugenia caryophyllata* Thunberg (Myrtaceae) fue uno de los que produjo 100 % de mortalidad en ese insecto. Rasikari *et al.* (2005) evaluaron la toxicidad por contacto de 67 especies de Lamiaceae de Australia en el ácaro *Tetranychus urticae* Koch y la citotoxicidad en líneas celulares de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) y *Drosophila melanogaster*, en este trabajo, una de las especies más activas en *T. urticae* fue *Clerodendrum traceyi* y los extractos de *Glossocarya calcicola* presentaron efectos citotóxicos en los cultivos de prueba.

En Brasil, se han estudiado grupos de especies de plantas para ensayar sus extractos en larvas de mosquitos del género *Aedes* para encontrar alternativas de control de esos insectos, Macêdo *et al.*, (1997) probaron los extractos etanólicos de 83 especies de Asteraceae en larvas de *Aedes fluviatilis* (Diptera: Culicidae), observaron que 27 extractos provocaron una mortalidad significativa en las larvas de este mosquito; Pohlit *et al.* (2004) probaron los extractos de 56 especies de plantas del Amazonas a 500 µg/ml en larvas de *Aedes aegypti* y encontraron que una de las especies que causaron 100 % de mortalidad fue *Tapura amazonica* Poepp. (Dichapetalaceae) y Mendonça *et al.* (2005) ensayaron los extractos etanólicos y los aceites de 17 especies de plantas, también en larvas de *A. aegypti* y determinaron que los productos de *Anacardium occidentale* L. (Anacardiaceae) y de *Annona glabra* L. (Annonaceae) fueron los de mayor actividad con una CL₅₀ de 14.5 µg/l y 26.9 µg/l, respectivamente.

En México, Lagunes (1984) reportó que en *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera) se probaron los extractos acuosos de 437 especies de plantas, pertenecientes a 86 familias y que en *Sitophilus zeamais* Motsch. se ensayaron los polvos de 21 especies de plantas; luego, Lagunes *et al.* (1987) hicieron una recopilación bibliográfica sobre plantas con propiedades insecticidas en la que recabaron información

acerca de los efectos de polvos y extractos de 1169 especies de plantas, incluidas en 159 familias, en 112 especies de artrópodos; más tarde, Rodríguez y Lagunes (1992), encontraron que de 108 especies probadas en el laboratorio y en el campo, *Hippocratea excelsa* L. (Hippocrateaceae) fue una de las más activas en insectos como *S. frugiperda* y *Epilachna varivestis* Mulsant (Coleoptera). Pérez-Pacheco *et al.* (2004), evaluaron 51 especies de plantas del estado de Oaxaca, en larvas de mosquito *Culex quinquefasciatus* (Say) (Diptera: Culicidae), las plantas que presentaron mayor acción larvicida como extracto acuoso y acetónico fueron la semilla de anona, *Annona squamosa* L. (Annonaceae), la vaina de huizache, *Acacia farnesiana* L. (Fabaceae) y la corteza de guamuchil, *Pithecellobium dulce* Roxb. (Fabaceae).

Mendes *et al.*, (1999) probaron los extractos etanólicos de 66 especies de Asteraceae de Brasil en *Biomphalaria glabrata*, intermediario del parásito *Schistosoma mansoni*, uno de los causantes de la esquistosomiasis en Brasil, para evaluar el potencial moluscicida para el control de este caracol, determinaron que los extractos más activos fueron los de *Actinoseris angustifolia* (Gardn.) Cabr., *Alomia myriadenia* Baker y *Achyrocline satureioides* (Lam.) D.C. que mostraron una CL₉₀ of 43, 33 y 33 ppm, respectivamente. Alves *et al.* (2000) ensayaron extractos de 60 especies de plantas en este molusco y encontraron que ocho especies (13 %) como *Byrsonima intermedia* A. Juss. (Malpighiaceae), produjeron una CL₁₀₀ ≤100 ppm. Jaenson *et al.* (2005) encontraron que los extractos orgánicos de *Myrica gale* L. (Myricaceae), *Rhododendron tomentosum* (Stokes) H. Harmaja (Ericaceae) y *Artemisia absinthium* L. (Asteraceae) mostraron efectos repelentes en ninfas de *Ixodes ricinus* L. (Acari: Ixodidae), garrapata que es vector de microorganismos que en el norte de Europa causan enfermedades a seres humanos y animales domésticos, tales como encefalitis, tularaemia y la enfermedad de Lyme.

Las semillas y granos almacenados generalmente son atacados por diferentes plagas, entre las que se encuentran los insectos, lo cual es importante en países en desarrollo donde los productores a pequeña escala ven mermadas sus cosechas por esta causa,

además, por los bajos rendimientos que obtienen en la agricultura de subsistencia y por falta de recursos económicos, los agricultores no utilizan productos químicos para el control de las plagas, por el elevado costo que implica (Silva *et al.*, 2005). Se considera que la pérdida de semillas y granos a causa de las plagas de almacén es el principal problema agrícola en países del tercer mundo (Adedire and Akinkurolere, 2005). La protección de los productos agrícolas almacenados contra el ataque de insectos es una estrategia esencial para la seguridad alimentaria de esos y otros países. Estas son razones por las que, para contribuir a resolver estos problemas, es necesaria la búsqueda de métodos alternos para el control de plagas, que estén acordes con la situación de los agricultores de subsistencia, como el uso de insecticidas botánicos. Al respecto existen una serie de antecedentes. En África, el frijol, *Phaseolus vulgaris* L., y *Vigna unguiculata* L. Walp., que constituyen una fuente barata de proteínas de alta calidad para los granjeros de bajos recursos, son infestados por *Acanthoscelides obtectus* Say, *Callosobruchus maculatus* L. y *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera: Bruchidae), por cuyo ataque se pierde del 20 al 100 % de las semillas almacenadas, para disminuir este problema, en el área se emplean polvos de *Tephrosia vogelii* Hook. f. (Leguminosae: Papilionoideae), Koona and Dorn (2005) encontraron que el extracto de hexano de esta planta, redujo la sobrevivencia de estos insectos, el número de huevos depositados y el daño a las semillas. Jbilou *et al.* (2006) estudiaron el efecto insecticida de los extractos metanólicos de cuatro especies de plantas medicinales de Marruecos en *Tribolium castaneum* y encontraron que los extractos de semillas de *Peganum harmala* (Zygophyllaceae) fueron los más activos en larvas y adultos del insecto de prueba. Haque *et al.* (2001) demostraron que los aceites de soya (*Glycine max* L.), ricino (*Ricinus communis* L.), sesamo (*Sesamum indicum* A. Juss) y cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) producen efecto ovicida y mortalidad en adultos de *Zabrotes subfasciatus* Boheman (Coleoptera: Bruchidae) una de las plagas de leguminosas.

El maíz (*Zea mais* L.) almacenado es atacado por una serie de plagas entre las que se encuentran insectos como *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae), *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae), *Sitotroga cerealella*

(Olivier) y *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) (Azerefegne *et al.*, 2001; Mutambuki and Harberd, 2004). *S. zeamais* es la segunda plaga más frecuente del maíz almacenado en Etiopía (Azerefegne *et al.*, 2001), en Nigeria este insecto daña del 30 al 50 % de este grano (Umoetok, 2004) y en América Latina por esta plaga se pierde entre el 30 y 40 % del maíz en almacén (Lagunes, 1984); es por esto que *S. zeamais* ha sido objeto de investigaciones en las que se ha empleado como organismo de prueba para evaluar los efectos de numerosos insecticidas botánicos, para lo cual se ha privilegiado la selección de plantas de ocurrencia frecuente en el medio del agricultor. En Nigeria, Umoetok (2004) determinó que los polvos de *Aframomum melegueta* Thorn (K) and Schum., *Piper guineensis* Schum and Thorn (Piperaceae) evitan que los granos de maíz sean infestados por *S. zeamias*, mientras que Adedire y Akinkurolere (2005) aplicaron extractos etanólicos de cuatro especies de plantas en granos de maíz para evaluar su efecto frente a varias especies de insectos plaga de estos granos, entre ellos *S. zeamais*, y encontraron que los cuatro extractos produjeron mortalidad significativa en los insectos de prueba, siendo el más activo el de *Eugenia aromatica* Baillon (Myrtaceae), los extractos no afectaron la germinación de los granos tratados.

Rodríguez y Sánchez (1994) determinaron que los polvos de 22 especies de plantas fueron efectivos en *S. zeamais* y que *Pimenta dioica* (Myrtaceae) fue una de las especies con mayor actividad ya que sus polvos ocasionaron una mortalidad de 63.4 %. En Chile, Silva *et al.* (2003a,b, 2005) han llevado a cabo la evaluación de plantas en polvo en adultos de *S. zeamais*, tres de las especies vegetales con las que se obtuvo la mayor mortalidad fueron *Peumus boldus* Mol. (Monimiaceae), *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae) y *Piper auritum* K. (Piperaceae). Posteriormente, Silva *et al.* (2006), determinaron que los polvos de *P. boldus* mezclados con cal ocasionan una mortalidad del 97 % en *S. zeamais*. En Brasil, Procópio *et al.* (2003) observaron un efecto repelente en *S. zeamais* de los polvos de hojas de *Eucalyptus citriodora* Hook (Myrtaceae) y *Capsicum frutescens* L. (Solanaceae) y en Perú, Iannacone *et al.* (2005), evaluaron el efecto insecticida de cuatro especies de plantas y encontraron que sólo los polvos de

Caesalpinia spinosa (Mol.) Kuntze (Fabaceae) causaron una baja mortalidad en adultos de *S. zeamais* y *Stegobium paniceum* (Linnaeus 1761) (Anobiidae).

La mayor parte de los efectos plaguicidas se atribuyen al contenido de compuestos secundarios que contienen las plantas, siendo estos los principios activos. Aislar e identificar principios activos, es uno de los objetivos de las investigaciones que se desarrollan en esta línea de trabajo. Hassanali and Lwande (1989) evaluaron los efectos insecticidas de diferentes productos obtenidos de plantas que se usan en África en medicina tradicional y para proteger granos almacenados, encontraron que el eugenol, de *Ocimum suave* (Lamiaceae), presentó un efecto repelente en *Sitophilus zeamais*. Franzios *et al.* (1997), determinaron que los aceites esenciales de *Mentha pulegium* y *Mentha spicata*, así como sus principales constituyentes, pulegona, mentona y carvona, presentaron una fuerte actividad insecticida en *D. melanogaster*, siendo la pulegona el monoterpeno más tóxico. Karpouhtsis *et al.* (1998) ensayaron los aceites esenciales de *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (Link) Ietswaart, *Coridothymus capitatus* (L.) Reichenb., y *Satureja thymbra* L. (Labiatae) y encontraron que los aceites de esta última especie y uno de sus componentes, el carvacrol, fueron los más tóxicos para *D. melanogaster*. Bouda *et al.* (2001) evaluaron la toxicidad de los aceites esenciales de tres especies de plantas y demostraron que los más efectivos en *S. zeamais* fueron los de *Ageratum conyzoides* (DL₅₀=0.09%), seguidos por los de *Lantana camara* (DL₅₀=0.16%) y *Chromolaena odorata* (DL₅₀=6.78%). Posteriormente, Alonso Amelot *et al.* (2003) demostraron que el componente activo de *A. conyzoides* es el precoceno II, cromeno que presentó actividad antialimentaria en *S. oryzae* (DE₅₀ = 1.36 µg/mg) y *T. castaneum* (DE₅₀ =1.11 µg/mg). De *Croton jatrophioides* se obtuvieron los limonoides musidunina y musiduol, con actividad antialimentaria en dos insectos plaga, *Pectinophora gossypiella* y *Spodoptera frugiperda* (Nihei *et al.*, 2006). Los terpenoides, espatlenol, intermedeol y callicarpinal, aislados de *Callicarpa americana* y *C. japonica*, mostraron efecto repelente en *Aedes aegypti* y *Anopheles stephensi* (Cantrell *et al.*, 2005).

2.4 COMPUESTOS SECUNDARIOS DE PLANTAS

Durante el curso de su evolución las plantas han desarrollado decenas o cientos de miles de compuestos orgánicos en respuesta a las presiones de selección de competidores, parásitos y depredadores. A esos compuestos se les denomina colectivamente metabolitos o compuestos secundarios pues aparentemente no son estrictamente esenciales para las funciones básicas de las plantas, pero han sido implicados como atractivos de polinizadores y dispersores de frutos y semillas y como agentes defensivos de las plantas en las interacciones planta-planta, planta-patógeno y planta-herbívoro y su actividad biológica en insectos, nematodos, hongos y otros organismos ha sido bien documentada (Rosenthal and Janzen, 1979; Herrera and Pellmyr, 2002; Hartmann, 2007).

Harborne (1980) consideró que, de acuerdo a su origen biosintético, propiedades de solubilidad y a la presencia de determinados grupos funcionales, los compuestos secundarios se pueden clasificar en cuatro grupos, de los que los tres principales son: compuestos fenólicos, terpenoides y compuestos nitrogenados.

Los compuestos fenólicos, que provienen de la ruta del ácido siquímico y de los que se conocen unas 8000 estructuras, tienen en común un anillo aromático con uno o más hidroxilos y con frecuencia están combinados con azúcares para formar glicósidos, por lo cual tienden a ser solubles en agua. En este grupo se encuentran los fenoles libres y los ácidos fenólicos, como el ácido p-hidroxibenzoico, de distribución universal en las angiospermas; también están los fenilpropanoides como el ácido hidroxicinámico, las cumarinas y el eugenol. Los compuestos fenólicos más numerosos son los flavonoides, entre los que se encuentran entre otros las antocianinas, los flavonoles y las isoflavonas. Otra clase de fenoles son las quinonas, como la juglona.

Los terpenoides, de los que se han identificado 25000, generalmente son liposolubles y tienen como precursor al ácido mevalónico, el cual aporta una unidad isoprénica (C₅).

Se clasifican de acuerdo al número de unidades isoprénicas que contienen: los monoterpenos (C_{10}) tienen dos unidades, los sesquiterpenos (C_{15}) tres, los diterpenos (C_{20}) cuatro, los triterpenos (C_{30}) seis y los tetraterpenos (C_{40}) ocho. Los aceites esenciales constituyen la fracción volátil que se destila por arrastre de vapor, están formados principalmente por mono y sesquiterpenos y son responsables del aroma de muchas plantas, característica por la cual estas sustancias se emplean en la industria de la perfumería y en la de los alimentos. Entre las familias de plantas particularmente ricas en aceites esenciales se encuentran Asteraceae, Lamiaceae, Rutaceae y Rosaceae. Ejemplos de monoterpenos son el geraniol, limoneno, pineno, mentol y mentona; ejemplos de sesquiterpenos son el farnesol y bisaboleno.

Los compuestos nitrogenados son sustancias orgánicas entre las que se encuentran los aminoácidos no proteicos, alcaloides y glicósidos cianogénicos. Los aminoácidos no proteicos, de los que se conocen cerca de 600, son solubles en agua, se concentran principalmente en semillas, particularmente de especies de Fabaceae, Mimosaceae y Caesalpiniaceae. El amino ácido no proteico que se presenta con mayor frecuencia es el ácido γ -aminobutírico. Los alcaloides son compuestos que contienen nitrógeno como parte de un anillo heterocíclico, se han identificado unos 12000 compuestos, se sintetizan principalmente a partir de aminoácidos. Químicamente son muy heterogéneos, presentan estructuras muy simples como la conina y la nicotina o muy complejas como la estricnina. Algunas familias de plantas como Solanaceae, se caracterizan por la presencia de alcaloides.

2.5 VENTAJAS DE LOS PLAGUICIDAS VEGETALES

Los plaguicidas vegetales tienen una serie de ventajas frente a los productos sintéticos. Su toxicidad en mamíferos es baja o nula (Shaaya and Rafaeli, 2007); son biodegradables, como el limoneno, α -pineno, γ -terpineno y α -terpineol que son usados por los microorganismos del suelo como fuente de carbono y energía (Misra and

Pavlostathis, 1997); tienen una baja persistencia, como los aceites esenciales de *Hyptis spicigera* (Lamiaceae) y de *Annona senegalensis* (Annonaceae) cuya toxicidad decrece hasta 20 % o menos después de 4 a 24 hs de que son aplicados (Ngamo *et al.*, 2007); son de bajo riesgo de contaminación de mantos freáticos, hay pocos riesgos de desarrollo de resistencia a esos productos (Isman and Akhtar, 2007), se ha demostrado que presentan actividad en organismos resistentes, por ejemplo en piojos de humanos con resistencia a malatión (Yang *et al.*, 2009) actúan rápido pues de inmediato impiden la alimentación de las plagas; una sola especie vegetal puede contener sustancias que presentan un rango amplio de efectos (Shaaya and Rafaeli, 2007), son menos dañinos para organismos no blanco como depredadores (Miresmailli and Isman, 2006), su margen de seguridad es mucho mayor para peces como el salmón y la trucha arco iris en comparación con el de productos sintéticos como malatión (Stroh *et al.*, 1998); no son fitotóxicos para cultivos como jitomate (Miresmailli and Isman, 2006), no afectan la viabilidad de semillas y granos tratados, ni la germinación (Silva *et al.*, 2003; Akob and Ewete, 2007), las semillas de *Vigna unguiculata*, fumigadas con aceites de *Cymbopogon nardos* o de *Ocimum basilicum* para evaluar la sobre vivencia de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera), germinaron al 100% después del tratamiento (Ketoh *et al.*, 2005) tampoco afectan las cualidades alimenticias de los granos, en general no son tóxicos para los seres humanos, pueden estar disponibles para los usuarios prácticamente sin costo, lo que es importante para los campesinos de los países en desarrollo, y las técnicas para su preparación y aplicación se pueden realizar a nivel casero (Jacobson, 1989; Prakash and Rao, 1997).

En 1996, en Estados Unidos de Norteamérica, se promulgó el Acta de Protección de la Calidad de los Alimentos, FQPA por sus siglas en inglés, cuyas enmiendas cambiaron la forma como la Agencia de Protección al Medio Ambiente, EPA por sus siglas en inglés, regula a los plaguicidas con requerimientos que consideran un nuevo estándar de seguridad: la certeza razonable de que los plaguicidas no son dañinos. Lo que condujo a establecer el concepto de plaguicidas de riesgo reducido, en cuya definición se incluyen

características que coinciden con la mayoría de las ventajas señaladas para los plaguicidas vegetales (Wheeler, 2002).

2.6 EL PROBLEMA DE LAS PLAGAS Y SU CONTROL EN EL ESTADO DE HIDALGO

En el estado de Hidalgo existen una serie de problemas relacionados con distintos tipos de plagas. En cuanto al sector agrícola, los cuatro cultivos principales en el estado son maíz, *Zea mays*; cebada, *Hordeum vulgare*; frijol, *Phaseolus vulgaris* y avena, *Avena fatua*; se estima que por las plagas anualmente se pierde aproximadamente el 20% (90 500 toneladas) de la producción de estos cultivos, esta pérdida tiene un costo de cerca de 200 millones de pesos (SAGARPA, 2006; INEGI, 2007).

En la entidad se presentan enfermedades cuyos agentes causales son transmitidos por vectores, las principales enfermedades son malaria, dengue clásico y hemorrágico y Chagas. Los datos proporcionados por los Servicios de Salud de Hidalgo (SSH, 2006) indican que en los últimos años no se han presentado casos de malaria en el estado, pero por ejemplo en 1992 se atendieron a 1000 personas afectadas con el plasmodio, *Plasmodium falciparum*, que ocasiona este problema; entre los vectores de la malaria se han identificado a *Anopheles pseudopunctipennis* Theobald y *A. albimanus* Wiedemann, localizados en el Valle del Mezquital, la Sierra y la Huasteca (Ibañez-Bernal, 1993). El dengue es un problema vigente, si bien es bajo el número de personas afectadas por los virus que producen esta enfermedad, pues en el año 2004 en total se registraron 14 casos, en el 2005 hubo 667 casos de dengue clásico y 22 del hemorrágico y en 2006 ocho casos (Secretaría de Salud, 2006); el vector del dengue es *Aedes aegypti* (Linnaeus) reportado en la región noreste de la entidad (Ibañez-Bernal, 1993). En cuanto a la enfermedad de Chagas, en un estudio que tomó en cuenta el periodo 1994 a 1996 en 18 entidades federativas de México, se encontró que Hidalgo fue el estado con mayor porcentajes de seropositividad (2.8 % de 15 568 personas estudiadas en la entidad) a

anticuerpos de *Trypanosoma cruzi*, organismo causante de esta enfermedad y uno de cuyos vectores es *Triatoma infestans*; (Guzmán Bracho *et al.*, 1998; Cruz-Reyes y Pickering-López, 2006); en el año 2004 se reportaron seis casos con esta enfermedad (SSH, 2006).

La estrategia principal para enfrentar a los problemas causados por las plagas es el uso de plaguicidas sintéticos; el combate a los vectores se lleva a cabo mediante la fumigación con butóxido y malatión y la aplicación de abate como larvicida (SSH, 2006). Los insectos que constituyen plagas agrícolas son combatidos con 19 insecticidas sintéticos entre los que se encuentran paratión, malatión y deltametrina, estos insecticidas se venden bajo 48 nombres diferentes; las malezas se controlan con cinco herbicidas como la antrazina y el 2,4-D, que se comercializan como 30 productos diferentes; como rodenticida se emplea el fosfuro de zinc y como nematocida el furadan (SAGARPA, 2006, SADER, 2004). El manejo de estos plaguicidas constituye un riesgo para la salud y periódicamente se registran casos de intoxicación en humanos, en el año 2000 se presentaron 35 casos y en el 2001 fueron 28 (SSH, 2001).

2.7 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El estado de Hidalgo es una de las 32 entidades federativas de México, está ubicado en la región centro sur del país (Figura 1), entre los 21°24' y 19°36' de latitud norte y los 97°58' y 99°53' de longitud oeste; colinda al norte con Querétaro, San Luis Potosí y Veracruz; al este con Veracruz y Puebla; al sur con Puebla, Tlaxcala y el Estado de México y al oeste con el Estado de México y Querétaro; tiene una superficie de 20 905.12 km², que corresponden al 1.07% del territorio nacional; está dividido en 84 municipios y Pachuca es la capital; tiene 2369410 habitantes, el 49.3% vive en el medio urbano y el 50.7% en el medio rural; el 61.3% de la Población Económicamente Activa (PEA) se dedica a labores agropecuarias; el 93.9% de las viviendas cuenta con energía eléctrica, el 80% con agua entubada y el 66% con drenaje; el 17.2% de la población

pertenece a alguno de los cuatro grupos indígenas que se registran en el estado: los Nahuas se localizan principalmente en la Huasteca, al NNE de la entidad; los Otomíes de la Sierra y los Tepehuas ocupan parte de la región NE y los Hñahñús, que viven principalmente en el Valle del Mezquital, al oeste del estado (INEGI, 2007). En el territorio estatal confluyen cuatro provincias fisiográficas: el Altiplano Mexicano, el Eje Volcánico Transversal, la Sierra Madre Oriental y la Planicie Costera Nororiental (Rzedowski, 1983); presenta una topografía escarpada con altitudes que van de 196 a 3350 m; se distinguen tres zonas climáticas: la de climas cálidos y semicálidos húmedos, en la Huasteca y la zona Otomí-Tepehua, con una temperatura media anual de 22 a 26°C y un ámbito de precipitación anual de 1200 a 2500 mm; climas templados, en la parte central, con una temperatura media anual de 14 a 20°C y precipitación anual de 600 a 1200 mm y los climas secos y semisecos, de la región SSO, con temperatura media anual de 16 a 18°C y precipitación anual de 300 a 600 mm; los principales ríos son el Moctezuma, Amajac, Grande de Tulancingo y Tula; el 53% de la superficie del estado está dedicado a la agricultura y a la ganadería, la superficie sembrada es de 574485 has, de las cuales el 76.4% son de agricultura de temporal; los cultivos principales son maíz, frijol, cebada y avena y el ganado es ovino, bovino, caprino y porcino.

Se reconocen ocho tipos de vegetación: matorral xerófilo y pastizal, en el Valle del Mezquital, porción NE del Valle de México y barranca de Metztlán; bosque mesófilo de montaña, en la vertiente E de la Sierra de Hidalgo y la zona Otomí-Tepehua; bosque de coníferas y bosque de *Quercus*, principalmente en las Sierras de Hidalgo y de Pachuca, en el Valle de Tulancingo y parte del Valle del Mezquital; bosque tropical perennifolio, en la Huasteca y parte de la zona Otomí-Tepehua; bosque tropical caducifolio, en una porción de la barranca de Metztlán; vegetación acuática y subacuática (Rzedowski, 1983; INEGI, 1992, 2007). Se estima que en el estado se encuentran unas 4000 especies de plantas (Villavicencio Nieto *et al.*, 1998), de las cuales se han reportado 3239 especies de Magnoliophyta (Villaseñor, 2003).

Por otro lado, hay evidencias de que en Hidalgo es frecuente el empleo de plantas para controlar plagas, sin embargo el tema no ha sido investigado con mayor amplitud. Ante la necesidad de contar con nuevos productos plaguicidas, efectivos, menos contaminantes, biodegradables, menos tóxicos y disponibles localmente, estas plantas pueden ser consideradas como una fuente potencial de esos productos. Por esto se decidió llevar a cabo el presente estudio con los siguientes objetivos:

3. OBJETIVO GENERAL

Investigar el uso de las plantas para combatir plagas en el estado de Hidalgo, evaluar la actividad insecticida de los extractos de especies de plantas seleccionadas y aislar e identificar los principios activos de por lo menos una de las especies de plantas, para contribuir a documentar y preservar este conocimiento tradicional, así como comprobar experimentalmente sus efectos y confirmar las propiedades que los habitantes del estado atribuyen a estas plantas.

3.1 OBJETIVOS PARTICULARES

Identificar las especies de plantas que se utilizan en el estado de Hidalgo para controlar plagas de invertebrados y vertebrados, así como recabar y analizar la información acerca de su uso y manejo, por medio de métodos etnobotánicos, para documentar este conocimiento tradicional y contribuir a su preservación.

Evaluar la actividad insecticida de los extractos etanólicos de especies de plantas seleccionadas, por medio de pruebas de alimentación en *Sitophilus zamais*, para comprobar sus efectos y contribuir a confirmar y validar su uso tradicional como plaguicidas.

Aislar e identificar el principio activo de *Plumbago pulchella*, una de las especies de plantas con mayor actividad insecticida.

4. MÉTODOS

4.1 OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN ETNOBOTÁNICA

4.1.1 ENTREVISTAS

La metodología seguida para determinar cuáles son las especies de plantas que se usan en el estado de Hidalgo para combatir plagas, así como la información relativa a su uso, se obtuvo por medio de entrevistas semiestructuradas que se realizaron principalmente en forma individual y algunas se hicieron en grupo, cada una de estas últimas se contabilizó como una sola entrevista (Alexiades, 1996). Las entrevistas fueron llevadas a cabo en 150 comunidades de Hidalgo que pertenecen a 49 municipios, en el Anexo 1, se presenta la lista de estos municipios, así como el número y tipo de entrevistas realizadas en cada uno, según grupo étnico de los informantes. En el Anexo 1, se observa que Acaxochitlán, Huehuetla, San Bartolo Tutotepec, Yahualica, Huejutla, Mineral del Monte, Epazoyucan y Zapotlán, fueron los municipios en los que se efectuó el mayor número de encuestas. En total se realizaron 215 entrevistas, 144 de las cuales fue a población mestiza, 43 a Nahuas, 12 a Hñahñús y 16 a Otomí-Tepehuas. Las entrevistas se hicieron a personas de 18 años y más, principalmente campesinos y amas de casa a quienes se les preguntó qué plantas utilizan para controlar moscas, mosquitos, hormigas, cucarachas, gorgojos del maíz y del frijol, ratas, ratones, ardillas y otras plagas. También se les pidió que describieran las formas de uso plaguicida; adicionalmente se les preguntó si las especies de plantas empleadas para controlar plagas tenían otros usos.

4.2 COLECTA E IDENTIFICACIÓN DE PLANTAS

Con ayuda de informantes se recolectaron por triplicado ejemplares de las especies vegetales mencionadas en las entrevistas, que se identificaron por medio de claves

dicotómicas (Gentry, 1982; Standley, 1982; McVaugh, 1984, 1987, 1989; Rzedowski y Rzedowski, 2001). En la identificación también se utilizaron diferentes fascículos de la Flora de Veracruz (Nash y Moreno, 1981; Nee, 1986, 1993) y de la Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes (Rzedowski, 1991; Rzedowski y Guevara-Féfer, 1992; Rzedowski y Germán, 1993; van der Werff y Lorea, 1997; Lira Saade, 2001; Daniel y Acosta Castellanos, 2003). La bióloga Ana Lilia Cuevas Hernández llevó a cabo la identificación de las especies de helechos incluidas en este estudio. Los ejemplares se depositaron en el Herbario del Área Académica de Biología, HGOM, ubicado en el Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. La mayor parte del trabajo se realizó entre 2006 y 2009, sin embargo, los autores del presente reporte ya habían registrado el uso plaguicida de algunas de las especies de plantas citadas en este documento (Villavicencio Nieto y Pérez Escandón, 2005, 2006).

En la Figura 1 se presenta un mapa del estado de Hidalgo y puntos que representan la ubicación de las comunidades en que fueron efectuadas las entrevistas y las colectas, indicando con diferentes colores si son comunidades con población mayoritariamente mestiza, Nahuatl, Hñahñú u Otomí-Tepehua.

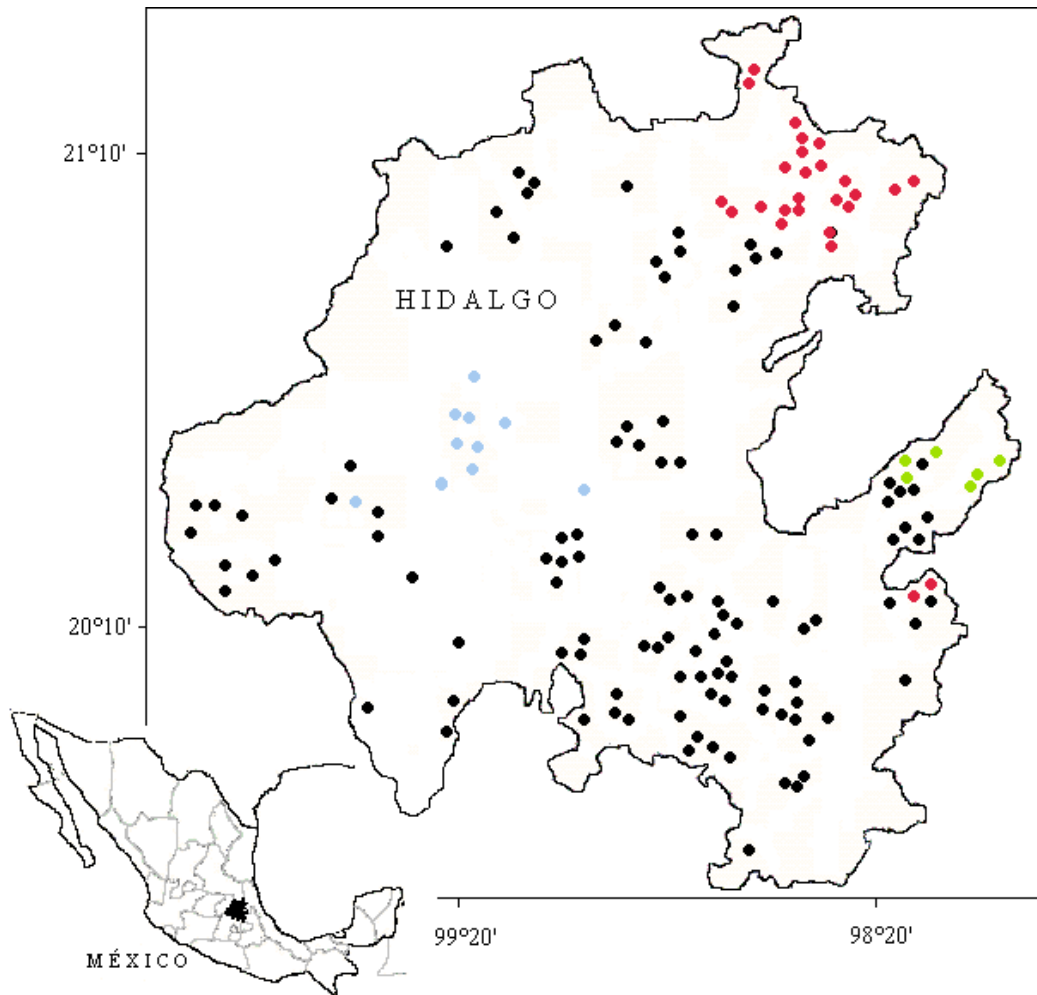


Figura 1. Ubicación del estado de Hidalgo (México) y de las comunidades en que fueron efectuadas las entrevistas y las colectas de los ejemplares de plantas de uso plaguicida. Comunidades: ● mestizas; ● Nahuas; ● Hñahñús; ● Otomí-Tepehuas.

4.3 ANÁLISIS DE LOS DATOS DE LAS ENTREVISTAS, COLECTAS E IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES DE PLANTAS

Con la información obtenida en las entrevistas y en las salidas de campo, así como con los datos acerca de la identificación taxonómica de las plantas, se elaboraron fichas por especie de planta; cada ficha contiene el nombre científico de la especie vegetal, familia, nombres comunes (la mayoría en español y de algunas especies, en la lengua indígena correspondiente, como lo indicaron los informantes), números de recolecta bajo las

siglas del primer autor (MAVN), descripción del uso incluyendo los nombres de los bienes que se protegen de las plagas, los nombres comunes de las plagas contra las cuales se emplean, otros usos mencionados, como por ejemplo medicinal y comestible, hábitat en que se encuentra y los nombres de los municipios de Hidalgo donde se usa. Las fotografías de *Bursera fagaroides* fueron tomadas por la bióloga Berenice Nathaly López Gutiérrez. Los nombres comunes de las plagas son los que dijeron los informantes. En el estudio no se recolectaron ejemplares de los organismos plaga; los nombres científicos de algunas de éstas fueron proporcionados en la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural del Estado de Hidalgo (SADER, 2004) y se corroboraron con la obra de Ruppert y Barnes (1996). Cuando no se contó con el nombre de la especie sólo se mencionan los nombres del filum, clase, orden y familia o género y se presentan entre paréntesis la primera vez que se menciona el nombre común de una plaga en los textos de las fichas. Los ectoparásitos de las gallinas denominados gorupos, borucos o chahuistles se refieren a la misma especie.

Las partes de las plantas que se reconocieron fueron ramas, tallos, hojas, flores, frutos, semillas, raíces y rizomas, además, plantas completas, resinas, savias y látex. En el estudio se consideró que de cada planta se utiliza una, varias partes o la planta completa, pero lo que en realidad se obtiene es un producto, como por ejemplo una infusión que es la que se aplica, pero la infusión preparada con las partes vegetales de una especie es diferente a la que se prepara con las de otra especie, por lo que son productos distintos. Otro ejemplo de producto es el humo, que es diferente para cada especie. Con esta consideración se hizo la contabilización de productos vegetales obtenidos como plaguicidas. Las formas de vida registradas fueron árbol, arbusto, hierba, trepadora y parásita.

Se contabilizó el número de especies de plantas por hábitat y tipo de vegetación, por número de especies de plagas contra las cuales se aplican, por bienes o personas que se protegen del ataque de las plagas, por número de municipios en los que se emplean y por

categorías de uso; en este último caso, además del uso plaguicida, se tomaron en cuenta usos como medicinales y comestibles, entre otros.

Se determinó la importancia de uso plaguicida de las especies de plantas y de las familias registradas en el estudio. Esto se hizo considerando cuatro variables: número de plagas contra las cuales se emplea cada planta, número de bienes que se protegen de las plagas, número de productos que se obtienen por especie, y número de sitios en los que se utilizan las plantas. Estas variables se consideraron como indicadores de la importancia de uso de las especies de plantas, teniendo como criterio que a mayor valor de las variables, mayor importancia de uso plaguicida de las especies. Luego, las especies y las familias se clasificaron mediante un análisis multivariable con el método de conglomerados jerárquicos con el programa SPSS 15.0, con el método de vinculación promedio, con la distancia euclídea al cuadrado y midiendo las distancias entre los elementos en una escala estandarizada para identificar grupos (conglomerados), considerando que los elementos (promedio de plantas) dentro de un grupo no presentan diferencias. Las familias de plantas se clasificaron utilizando las mismas variables y método que para las especies, pero en este caso las variables fueron ponderadas según el número de especies por familia. En este caso también se consideró que a mayor valor de las variables, mayor importancia de uso plaguicida de las familias de plantas.

El método de conglomerados jerárquicos es una técnica que se emplea para clasificar los elementos de una muestra (objetos, productos u otras entidades) en grupos, denominados conglomerados o clusters, con base en las puntuaciones de las variables observadas de los elementos. Si n es el número de elementos de una muestra, el análisis toma en cuenta la distancia entre los elementos, lo que permite cuantificar su grado de similitud o disimilitud. En primer término se buscan los elementos más próximos, es decir los más similares en términos de distancia, y se agrupan o fusionan en un conglomerado; así se van agrupando los elementos en conglomerados más grandes. El proceso jerárquico se puede representar gráficamente, por ejemplo en un dendrograma, el cual es un gráfico en forma de árbol en donde los conglomerados están representados

mediante trazos horizontales y las etapas de la fusión mediante trazos verticales, estos últimos, también identifican los elementos fundidos; la posición de las líneas verticales indica la distancia entre los elementos fundidos, pero las distancias no están representadas en su escala original sino en una escala estandarizada de 25 puntos. La primera etapa de la fusión se representa en el extremo izquierdo del dendrograma y la última etapa, en el extremo derecho (Pedroza y Dicovskyi, 2006).

Así mismo, se calculó el Valor de Uso de estas especies con la fórmula:

$$\text{Valor de uso} = (\text{Total de entrevistas en las que se mencionó a la especie} / \text{Total de entrevistas}) \times 100$$

El Valor de Uso (VU) expresa la importancia o valor cultural de una especie determinada para una comunidad, a mayor VU, mayor importancia (Alexiades, 1996).

4.4 PREPARACIÓN DE EXTRACTOS ETANÓLICOS

Para evaluar la actividad insecticida de las especies de plantas empleadas para controlar plagas en Hidalgo, se seleccionaron 32 de estas plantas, considerando la disponibilidad de muestras vegetales, la importancia de uso plaguicida de las especies de plantas y el valor de uso calculado. Se seleccionaron especies con valores alto, medio y bajo, para obtener extractos etanólicos y probar su efecto insecticida. Esta selección se hizo para poner a prueba la hipótesis de que las plantas con mayor importancia de uso plaguicida y las más utilizadas, son las que presentan una mayor actividad insecticida.

Se colectaron muestras de los órganos vegetales utilizados como plaguicidas de las 32 especies de plantas seleccionadas; estas muestras se secaron a temperatura de laboratorio (25°C) y se molieron con ayuda de un molino eléctrico. Luego se extrajeron 50 g de las muestras vegetales en Soxhlet, con 200 ml de etanol absoluto, durante 8 hr.

El volumen del disolvente se redujo bajo presión reducida en un rotavapor; después en baño María se evaporaron a sequedad 0.5 ml de cada extracto y por diferencia de peso se determinó su concentración (Domínguez, 1979; Harborne, 1980). Los extractos se almacenaron a 4°C hasta su uso.

4.5 OBTENCIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL PRINCIPIO ACTIVO DE *Plumbago pulchella*

En un equipo Soxhlet se extrajeron 100 gr de hojas y tallos secos de *P. pulchella* con 500 ml de hexano. Al reducir el volumen del extracto hexánico en un rotavapor, precipitó un residuo amarillo oscuro que recristalizó en etanol:agua 1:1 en forma de agujas amarillo naranja (0.29 gr). Esta sustancia se disolvió en hexano y la solución se inyectó en un cromatógrafo de gases acoplado a un espectrómetro de masas marca Hewlett Packard, modelo 5890 serie II, utilizando una columna capilar de 5% metilfenilsilicón de 30 m de largo por 1.25 mm de diámetro interno por 0.25 µm de espesor de la fase estacionaria y como fase móvil se empleó gas helio con flujo de 1.0 ml/min, a una temperatura de 250°C. Se utilizó un gradiente de temperatura, siendo la temperatura inicial de la columna de 70°C y sostenida durante dos minutos, seguida de un incremento de 10°C/min, hasta alcanzar una temperatura de 120°C, manteniendo esta temperatura durante 4 minutos, con una energía de ionización de 70 eV, la técnica empleada fue la de ionización por impacto electrónico.

4.6 PRUEBA DE ALIMENTACIÓN OBLIGADA CON *Sitophilus zeamais*

Para determinar el efecto insecticida de los extractos etanólicos de las 32 especies de plantas seleccionadas y de la plumbagina obtenida de *P. pulchella*, se evaluó la inhibición de la alimentación y la mortalidad producida por estos componentes vegetales en adultos de *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae), para lo cual se realizó una prueba de alimentación obligada. Se preparó una dieta artificial con harina de maíz y agua en una proporción de 1:1 (peso/volumen), la pasta obtenida se mezcló

con un volumen determinado de cada extracto o de plumbagina disuelta en etanol, luego la pasta se extendió en una caja de Petri y se cortó con un horador de tapones en tabletas de 6 mm de diámetro y 2 mm de grueso, las cuales se secaron en una estufa a 37°C por 5 minutos; la concentración final de cada extracto y de la plumbagina fue de 0.5% (peso/peso). Las tabletas testigo se prepararon agregando a la pasta de harina y agua el mismo volumen de etanol. Cada tableta se colocó en una caja de Petri de 6 cm de diámetro junto con diez adultos sin sexar de *S. zeamais* de dos semanas de emergidos, los cuales fueron tomados de un cultivo de este insecto en granos de maíz, que se mantiene en el Laboratorio de Etnobotánica de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Se prepararon cinco réplicas (cajas de Petri) por tratamiento, que se mantuvieron en condiciones de laboratorio; 24 hr después se evaluó la inhibición de la alimentación de *S. zeamais* mediante la determinación del consumo de alimento y el cálculo del Índice de Actividad Antialimentaria (IAA), para lo cual, observando con un microscopio estereoscópico, se contabilizó el número de excretas producidas por los insectos en cada caja de Petri, considerando que a mayor número de excretas, mayor consumo; con los datos obtenidos se calculó el Índice de Actividad Antialimentaria por réplica (IAAr) (en %) con la siguiente fórmula:

$$\text{IAAr (en \%)} = 100 - (\text{número de excretas en la réplica con extracto o plumbagina} / \text{número promedio de excretas en el testigo}) \times 100$$

En cada tratamiento con extractos o plumbagina se obtuvieron cinco IAAr, cuyo valor promedio se tomó como Índice de Actividad Antialimentaria (IAA) (en %).

Después, a 96 hr, se evaluó la mortalidad producida en los insectos de prueba, para lo cual a simple vista se contabilizó el número de insectos muertos en cada réplica, con los datos se calculó el porcentaje de mortalidad (% M) con la fórmula:

$$\% M = (n/T) \times 100$$

Donde:

% M= Porcentaje de mortalidad por réplica.

n= número de insectos muertos en la réplica.

T= número total de insectos empleados en la réplica (10 insectos).

En cada tratamiento se obtuvieron cinco % M, con cuyo valor promedio se calculó la Mortalidad Corregida (MC) con la fórmula:

$$MC = [(X-Y)/(100-Y)] (100)$$

Donde:

MC= Mortalidad corregida (en %).

X = Promedio del porcentaje de mortalidad en el tratamiento con extracto o plumbagina.

Y = Promedio del porcentaje de mortalidad en el testigo.

4.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los valores de IAA (en %) y los porcentajes de mortalidad en *Sitophilus zeamais* se transformaron a la raíz cuadrada del arcoseno de las proporciones para efectuar el análisis de varianza (ANOVA) y evaluar la eficacia de los tratamientos. Las medias de los tratamientos se compararon y separaron con la prueba HSD de Tukey a $p < 0.05$ (Little y Hills, 1983; Zar, 1999). Con el método de Pearson, se determinó qué correlación existe entre IAA y MC, además, la correlación entre la actividad insecticida (IAA y MC) y diferentes variables, como usos totales de las especies de plantas, valor de uso, número de plagas, número de bienes protegidos de las plagas y número de sitios de uso. Se propuso la hipótesis de que las plantas de mayor importancia y más utilizadas, presentarán una mayor actividad insecticida. Estos análisis se hicieron con el programa SPSS 15.0.

5. RESULTADOS

5.1 ESPECIES DE PLANTAS UTILIZADAS COMO PLAGUICIDAS EN HIDALGO. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN ETNOBOTÁNICA

En este estudio se determinó que en el estado de Hidalgo, México, se usan 124 especies de plantas para combatir plagas, distribuidas en 57 familias y 104 géneros (Tabla 1). El 89% de estas especies de plantas son de la flora nativa de México y 11%, introducidas. El 90.3% se obtiene de plantas no cultivadas y todas son para autoconsumo, es decir, ninguna es objeto de comercio.

Tabla 1. Número de taxones de plantas de uso plaguicida en Hidalgo

| Taxón | Número |
|---------|--------|
| Familia | 57 |
| Género | 104 |
| Especie | 124 |

Asteraceae es la familia mejor representada con 19 especies, entre las que se encuentra *Pseudogynoxis chenopodioides*; le sigue Solanaceae con 9, como *Nicotiana glauca* y Fabaceae con 7 como por ejemplo, *Erythrina. americana* (Tabla 2).

Tabla 2. Familias de plantas de uso plaguicida mejor representadas en Hidalgo

| Familia | Número de especies |
|------------|--------------------|
| Asteraceae | 19 |
| Solanaceae | 9 |
| Fabaceae | 7 |

En el Anexo 2 se presentan las fichas de las 124 especies de plantas, con datos acerca de la forma de uso plaguicida, otros usos, hábitat en que crecen y municipios en los que se registró su utilización para combatir plagas.

Al analizar los datos se determinó que para controlar plagas se utilizan todas las partes de las plantas. Las ramas son las más utilizadas, provienen de 61 especies; siguen las hojas, que se obtienen de 29 especies; luego la planta completa (12 especies). También se emplean tallo, fruto y semilla (cada parte se obtiene de siete especies); flor y raíz (cuatro especies cada una); látex, savia y resina (una especie en cada caso) (Figura 2).

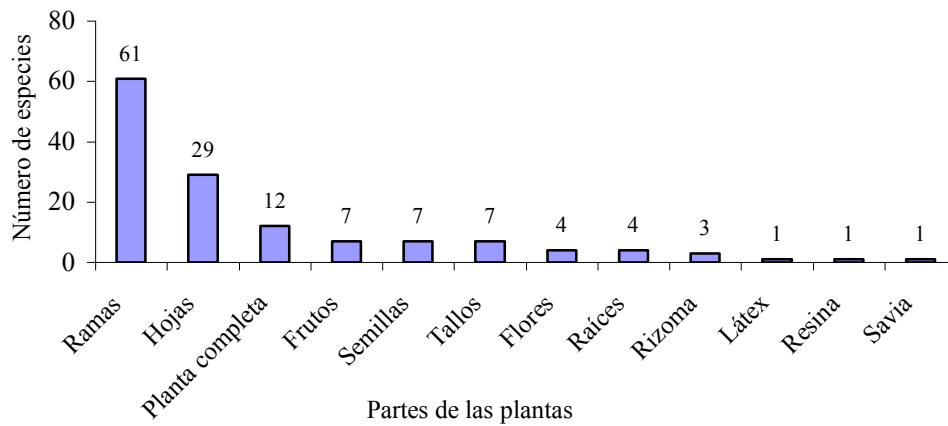


Figura 2. Partes vegetales por número de especies empleadas como plaguicidas en Hidalgo.

Las formas de vida con mayor número de especies son arbustos (47 especies) y hierbas (41), siguen árboles (31), trepadoras (4) y parásitas (1) (Figura 3).

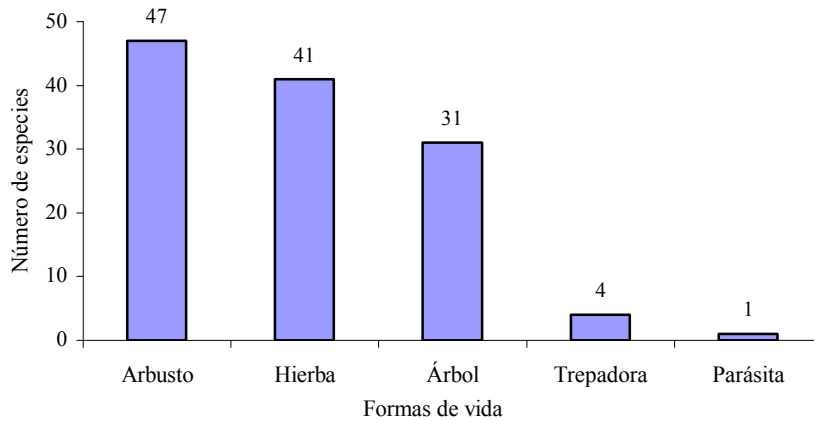


Figura 3. Formas de vida por número de especies empleadas como plaguicidas.

Con las partes vegetales de las 124 especies de plantas se obtienen productos como infusiones (28 especies de plantas), humo o productos de la combustión (30 especies), polvos (7), ramas o manojos (6), pastas (6), escobas (7), nidos (35), cebos envenenados (preparados con masa de maíz, tortillas, pan o bebidas) (15), macerados (10), cataplasmas (9), entre otros. Se contabilizaron 186 productos obtenidos de estas 124 especies de plantas. Las especies de las cuales se obtiene un mayor número de productos son *Trichilia havanensis* (seis productos); *Psidium guajava*, (cinco productos); *Ipomoea stans* y *Nicotiana tabacum*, (cuatro productos de cada una); en promedio se obtienen 1.5 productos por especie vegetal. De Asteraceae se obtienen 29 productos, de Solanaceae 16, Fabaceae once, Lamiaceae ocho, Meliaceae y Scrophulariaceae siete productos de cada una, Agavaceae, Cupressaceae, Myrtaceae, Papaveraceae y Rutaceae cinco, Anacardiaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae y Verbenaceae cuatro. En promedio se obtienen 3.19 productos por familia.

Las especies de plantas usadas para combatir plagas se obtienen de siete de los ocho tipos de vegetación presentes en Hidalgo, del matorral xerófilo se obtienen 37 especies, del bosque tropical perennifolio 27, del de coníferas 24, del de *Quercus* 19, del bosque

mesófilo de montaña 18; del pastizal 4 y de la vegetación acuática y subacuática 2. Once especies son arvenses y 24 cultivadas (Figura 4).

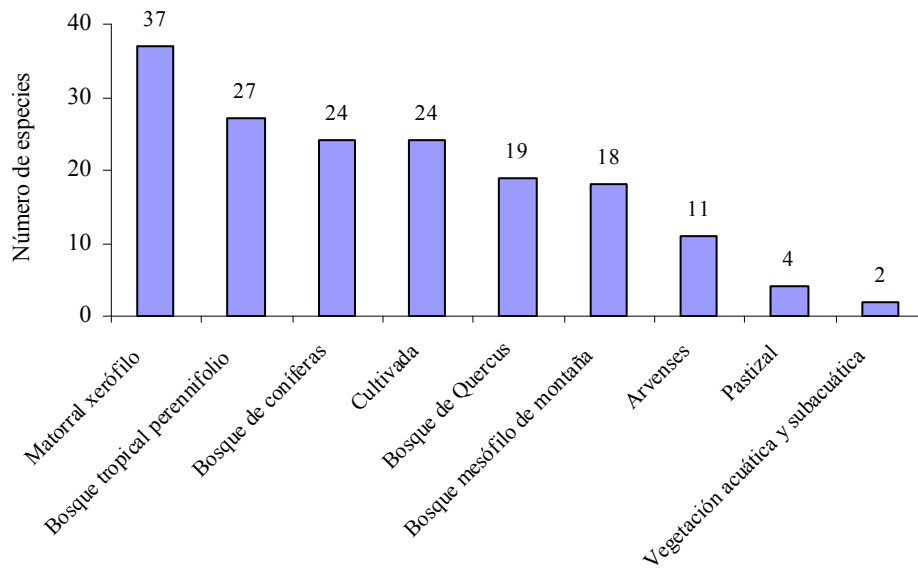


Figura 4. Habitats por número de especies de plantas empleadas como plaguicidas en Hidalgo.

Las 124 especies de plantas se utilizan para combatir 29 tipos de plagas. Los resultados se presentan en la Figura 5, en la que se observa que el primer lugar, con 46 especies, lo ocupan las plantas utilizadas para eliminar a los borucos, también llamados, gorupos o chahuistles, que afectan a las gallinas; en segundo lugar con 27 especies están las plantas usadas contra las moscas que causan las gusaneras del ganado, les siguen con 23 especies las empleadas contra las pulgas, 16 contra gorgojos de maíz y 12 contra los piojos en humanos. Para el resto de las plagas se emplean entre una y nueve especies de plantas. Los insectos son el grupo de organismos plaga, contra el cual se emplean el mayor número de especies de plantas (118); les siguen los mamíferos, contra los que se

utilizan 28 especies; para el resto de las plagas se usan entre una y cuatro especies de plantas.

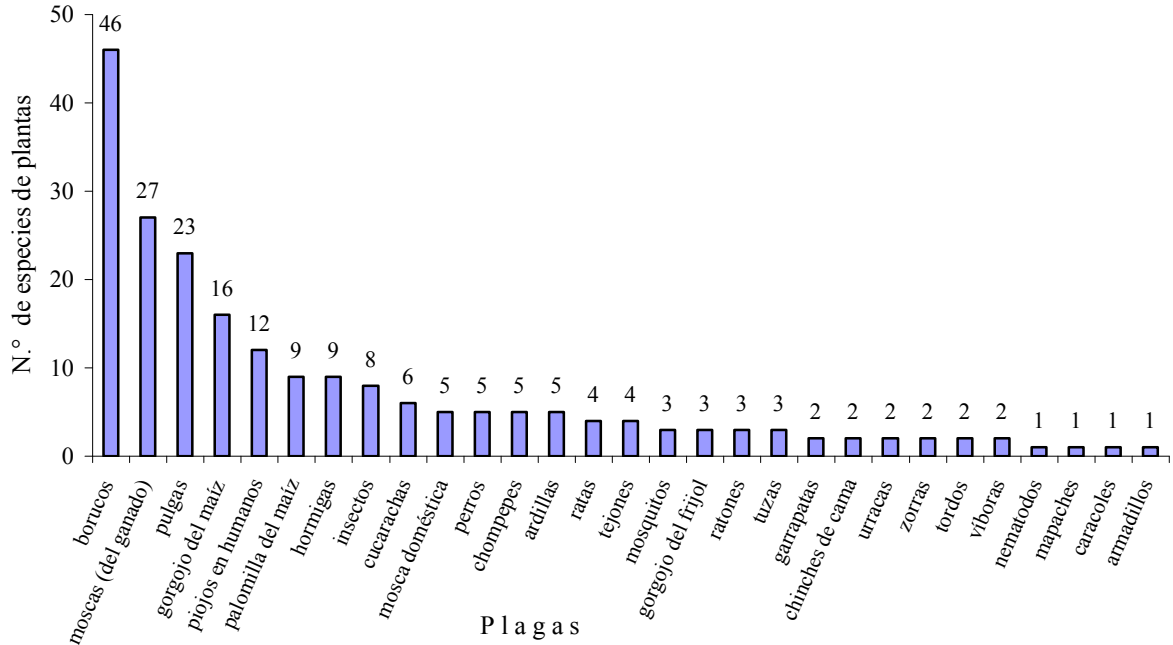


Figura 5. Número de especies de plantas utilizadas en Hidalgo, México, para el control de distintos tipos de plagas.

Estas plantas se emplean para proteger 15 bienes (personas, infraestructura, animales domésticos, cultivos); 47 especies de plantas se utilizan para proteger a las gallinas de los insectos que las afectan; 36 especies de plantas se emplean para evitar la presencia de moscas, pulgas y hormigas en las viviendas; 29 especies para la protección del ganado,

26 para proteger el maíz de plagas de invertebrados y vertebrados y 17 para proteger seres humanos. Los resultados completos se presentan en la Figura 6.

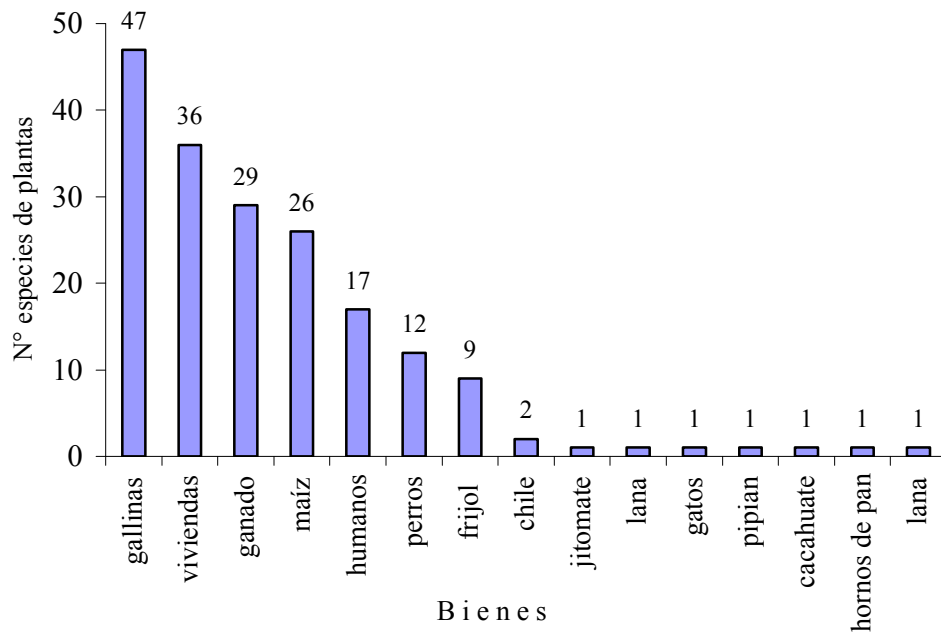


Figura 6. Número de especies de plantas de Hidalgo, México, usadas para proteger diferentes bienes contra plagas.

Ochenta y cinco especies se mencionaron como plaguicidas en comunidades o sitios de un solo municipio, 20 especies se mencionaron en dos municipios y 12 en tres, mientras que *Tagetes erecta*, *Buddleja cordata* ssp. *cordata* y *Nicotiana tabacum* se emplean en cuatro municipios cada una; *Trichilia havanensis* y *Tagetes lucida* son

utilizadas en cinco municipios; *Schinus molle* y *Parthenium hysterophorus* se emplean en seis sitios cada especie (Figura 7).

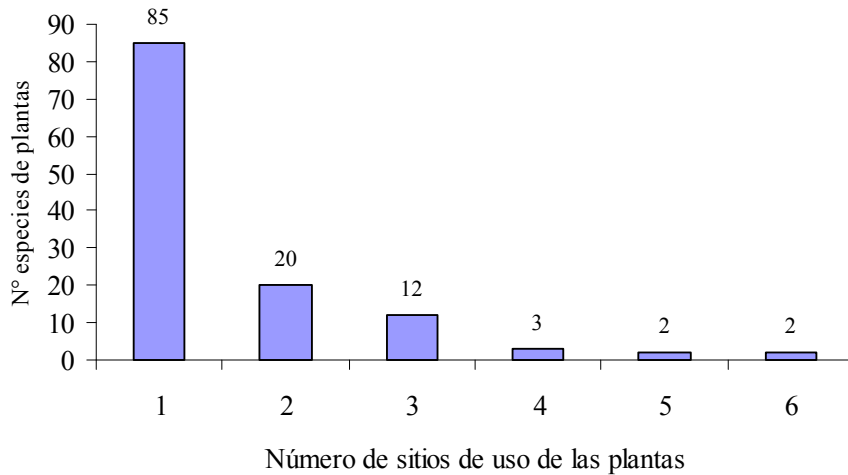


Figura 7. Número de especies de plantas para combatir plagas por número de sitios en que se mencionaron.

Además del uso plaguicida, la mayoría de las especies de plantas que se detectaron, también se utilizan con otros fines. En total, se registraron 26 categorías de uso: medicinales (97), comestibles (35), ornamentales (30), combustible (23), cercas (13), uso artesanal (11), sombra (9), uso doméstico (7), juego (6), maderables (5), construcción (5), ceremonias (5), resina (4), forraje (4), bebida (3), uso veterinario (2), ritual (2), instrumentos de trabajo (1), colorante (1), desodorante (1), estimulante (1), refrescante (1), cacería (1), fibra (1), percha (1). Sólo 11 especies de plantas se usan exclusivamente como plaguicidas: *Coreopsis mutica* var. *mutica*, *Croton pulcher*, *Cucurbita okechobeensis* ssp. *martinezii*, *Euphorbia furcillata* var. *furcillata*,

Galphimia glauca, *Lonchocarpus hermannii*, *Microsechium helleri*, *Pteridium arachnoideum*, *Solanum corymbosum*, *Solanum torvum* y *Spigelia longiflora*.

En el Anexo 3, en orden alfabético se presenta la lista de las 124 especies de plantas utilizadas como plaguicidas en Hidalgo e indicadores de la importancia de uso, como valor de uso, número de plagas, número bienes protegidos, número de productos, número sitios de uso y número de usos.

Al hacer la clasificación de las 124 especies de plantas con el método de conglomerados jerárquicos, el análisis se simplificó agrupando 87 especies en un solo caso; éstas registraron las variables con los valores más bajos, inferiores a dos; así se obtuvo el dendrograma de la Figura 8, en el que se observa que las especies de plantas se agruparon en tres conglomerados, uno compuesto por una sola especie, *Trichilia havanensis*, a la que en este estudio se le consideró como la de mayor importancia de uso plaguicida; de ésta se obtienen seis productos que se emplean contra nueve plagas, en la protección de ocho bienes en cinco sitios. A cinco puntos de distancias se formaron los otros dos conglomerados; en uno quedaron incluidas ocho especies: *Psidium guajava*, *Nicotiana tabacum*, *Tagetes erecta*, *Mentha rotundifolia*, *Ipomoea stans*, *Tagetes lucida*, *Parthenium hysterophorus* y *Schinus molle*, con las que en promedio se obtienen 3.75 productos, se combaten 3.25 plagas, se protegen 3.25 bienes y se utilizan en 4.25 sitios. A estas especies se les consideró ubicadas en segundo lugar en cuanto a importancia de uso. El resto de las especies de plantas formó el tercer conglomerado, de las que en promedio se obtienen 2.7 productos, se combaten 2.03 plagas, se protegen 2.0 bienes y se utilizan en 1.7 sitios.

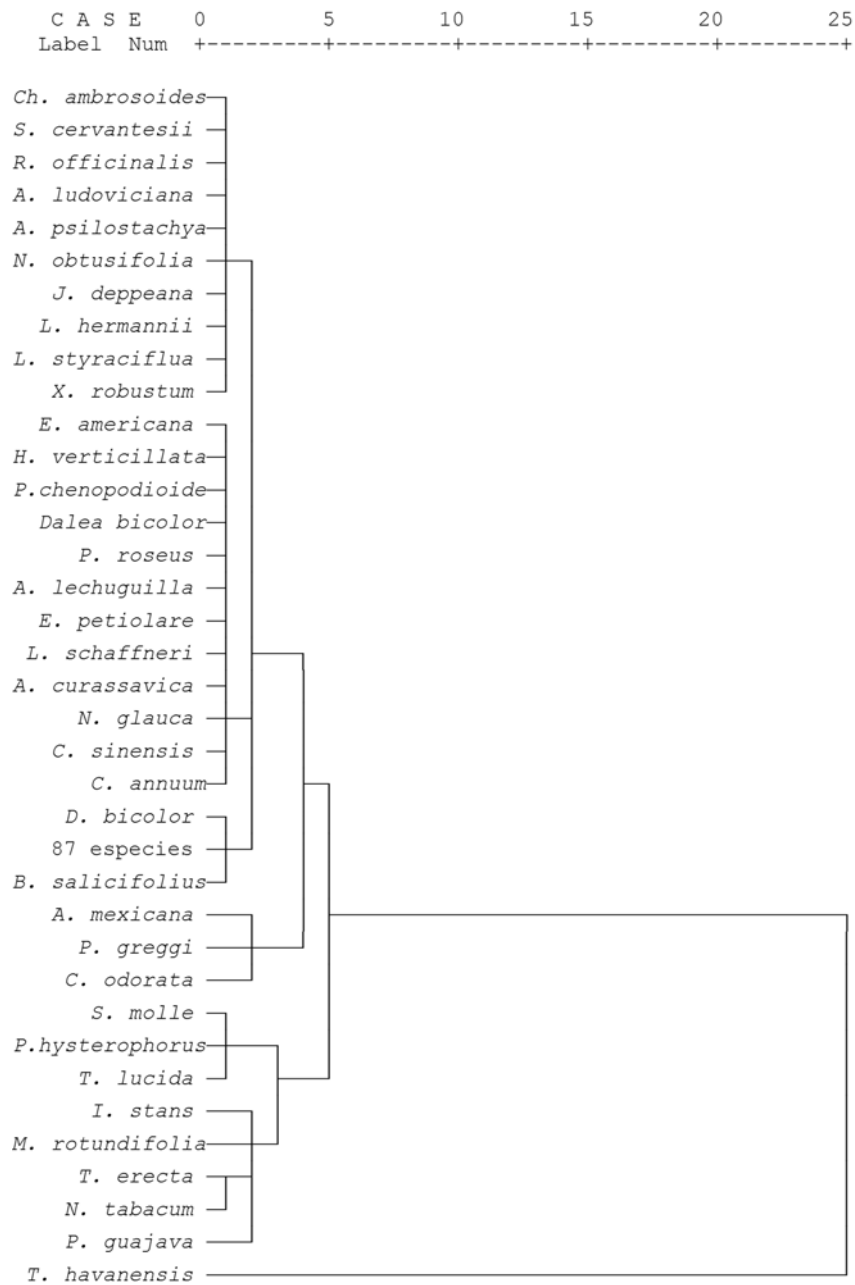


Figura 8. Dendrograma con las especies de plantas de uso plaguicida en el estado de Hidalgo, México.

Las especies de plantas con mayor importancia de uso plaguicida en la región son, en primer lugar, *Trichilia havanensis* y en segundo lugar, *Psidium guajava*, *Nicotiana*

tabacum, *Tagetes erecta*, *Mentha rotundifolia*, *Ipomoea stans*, *Tagetes lucida*, *Parthenium hysterophorus* y *Schinus molle*. La clasificación obtenida puede servir de base para la selección de especies, con el objetivo de realizar en el futuro estudios fitoquímicos y de actividad plaguicida.

Al hacer la clasificación de las 57 familias, para simplificar el análisis 27 familias se agruparon en un solo caso; éstas registraron las variables con los valores más bajos; así se obtuvo el dendrograma de la Figura 9, en el que se observa que las familias de plantas se agruparon en tres conglomerados, uno compuesto por una sola familia, Asteraceae, a la que se le consideró como la de mayor importancia de uso. A siete puntos de distancia se formaron los otros dos conglomerados; en uno quedaron incluidas tres familias: Solanaceae, Meliaceae y Fabaceae, que ocupan el segundo lugar por su importancia de uso. En el tercer conglomerado quedaron incluidas las demás familias. Las familias de plantas con mayor importancia de uso plaguicida en el estado de Hidalgo son Asteraceae, Solanaceae, Meliaceae y Fabaceae.

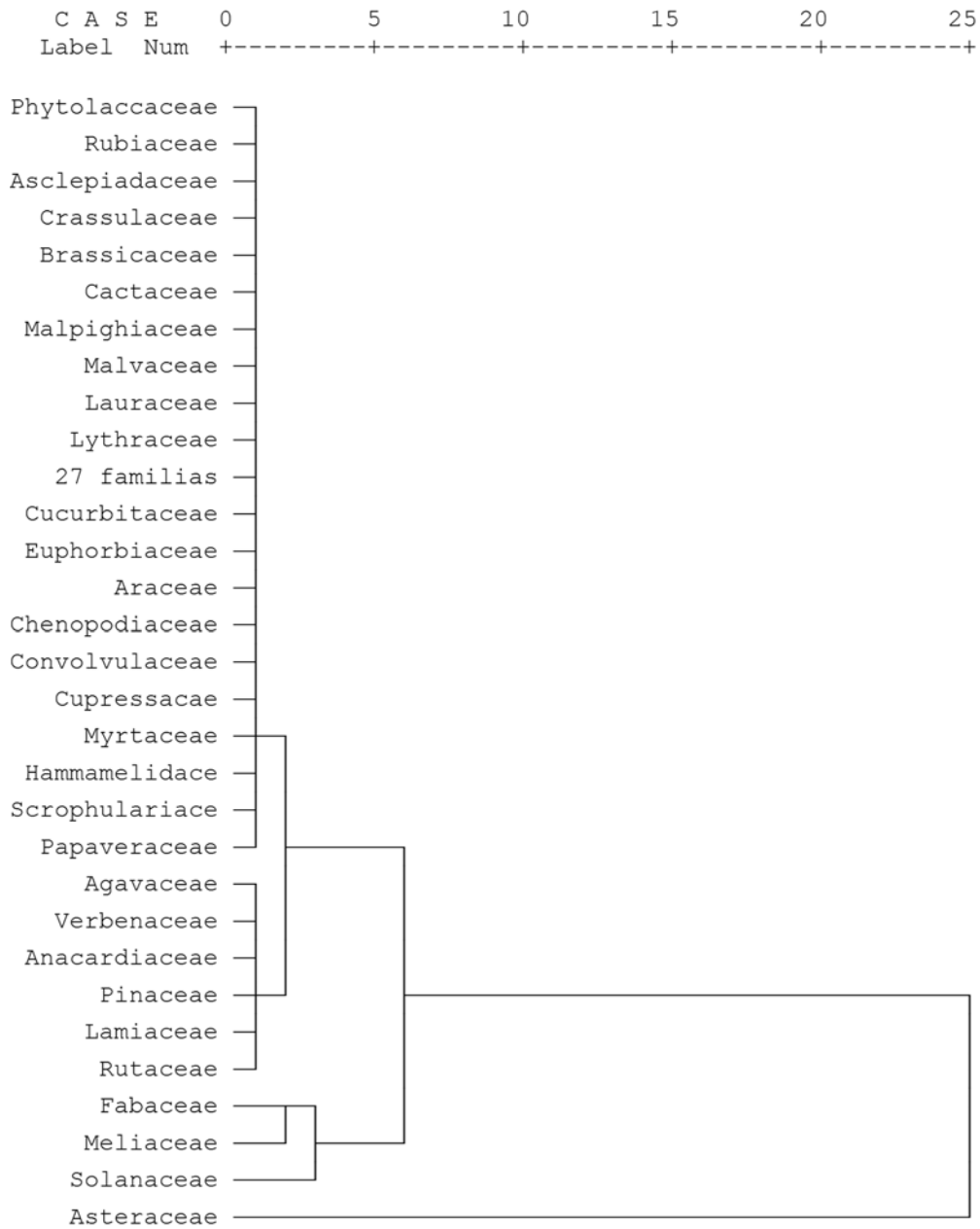


Figura 9. Dendrograma con las familias de plantas de uso plaguicida en el estado de Hidalgo (México).

Al cotejar la lista de especies de plantas de uso plaguicida en Hidalgo con los datos de la Norma Oficial Mexicana NOM 059, de la Unión Internacional para la

Conservación de la Naturaleza (UICN) y de la Cooperativa de Recursos Genéticos de México y América Central (CAMCORE), se determinó que diez especies de plantas se encuentran en alguna categoría de riesgo, la lista de estas especies se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3. Especies de plantas de uso plaguicida en Hidalgo en alguna categoría de riesgo

| E s p e c i e | Norma Oficial Mexicana, NOM 059 | Libro Rojo UICN** | CAMCORE*** |
|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------|--|
| <i>Cedrela odorata</i> | | Vulnerable | |
| <i>Cupressus lusitanica</i> | Protección especial | Riesgo bajo | |
| <i>Cyathea fulva</i> | Protección especial | | |
| <i>Juniperus deppeana</i> | | Riesgo bajo | |
| <i>Juniperus flaccida</i> | | Riesgo bajo | |
| <i>Liquidambar styraciflua</i> | | Riesgo bajo | |
| <i>Persea schiedeana</i> | | Vulnerable | |
| <i>Pinus greggii</i> * | | Próxima a estar amenazada | Programas de preservación genética <i>ex situ</i> con alta prioridad |
| <i>Pinus patula</i> | | Riesgo bajo | |
| <i>Prosopis laevigata</i> | | Riesgo bajo | |

* Endémica al E de México

** Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

***Cooperativa de Recursos Genéticos de México y América Central

Se contabilizó el número de especies de plantas de uso plaguicida por municipio y se observó que San Bartolo Tutotepec, Actopan y Huejutla son los municipios en los que se emplea un mayor número de especies de plantas para combatir plagas. En San Bartolo se usan 26 especies, en Actopan 14 y en Huejutla 13. A continuación se muestra el nombre de estos municipios y los nombres de las especies de plantas usadas en cada uno:

San Bartolo Tutotepec:

Calea urticifolia, *Chenopodium ambrosioides*, *Citrus sinensis*, *Clerodendrum bungei*, *Clerodendrum chinense*, *Cucurbita okechobeensis* ssp. *martinezii*, *Cupressus lusitánica*, *Cyathea fulva*, *Diospyros digyna*, *Erythrina americana*, *Hyptis verticillata*, *Kalanchoe pinnata*, *Liquidambar styraciflua*, *Mentha rotundifolia*, *Microsechium helleri*, *Musa paradisiaca*, *Nicotiana tabacum*, *Pinus greggii*, *Pseudogynoxys chenopodioides*, *Psidium guajava*, *Pteridium arachnoideum*, *Ricinus communis*, *Solanum torvum*, *Tournefortia acutiflora*, *Trichilia havanensis*, *Xanthosoma robustum*.

Actopan:

Cuphea lanceolata, *Decatropis bicolor*, *Equisetum myriochaetum*, *Heterotheca inuloides*, *Lonchocarpus hermannii*, *Lythrum vulneraria*, *Mimulus glabratus*, *Montanoa tomentosa*, *Pinaropappus roseus* var. *roseus*, *Rosmarinus officinalis*, *Ruta graveolens*, *Schinus molle*, *Solanum cervantesii*, *Tagetes lucida*.

Huejutla:

Asclepias curassavica, *Callicarpa acuminata*, *Cedrela odorata*, *Cestrum dumetorum*, *Galphimia glauca*, *Hamelia patens*, *Hyptis verticillata*, *Justicia spicigera*, *Nicotiana tabacum*, *Parthenium hysterophorus*, *Persea americana*, *Persea americana* var. *drymifolia*, *Tagetes erecta*.

Estos sitios pueden ser considerados para investigaciones futuras acerca de las plantas de uso plaguicida.

5.2 PRUEBA DE ALIMENTACIÓN OBLIGADA CON *Sitophilus zeamais*

Los extractos etanólicos de las 32 especies de plantas empleadas como plaguicidas en Hidalgo, probados al 0.5%, inhibieron el consumo de alimento de *Sitophilus zeamais*; los valores del Índice de Actividad Antialimentaria, IAA, obtenidos, difieren significativamente (ANOVA, $F= 32.673$, gl 31, $p= 0.0001$). Los resultados se presentan en la Tabla 4, donde se observa que 14 extractos, el 43.75 % de los extractos probados, presentaron una inhibición de la alimentación de *S. zeamais* superior al 70 %. El extracto de *Barkleyanthus salicifolius* fue el que produjo la inhibición más elevada (IAA= 98.4); le siguió en actividad el extracto de *Trichilia havanensis* (IAA= 91.6), sin embargo, estas dos cifras no fueron significativamente diferentes de doce tratamientos (prueba HSD de Tukey $p < 0.05$); entre los que se encuentran el de *Euphorbia furcillata* var. *furcillata*, *Senecio sanguisorbae*, *Yucca filifera*, *Decatropis bicolor*, *Schinus molle* y *Erythrina americana*, entre otros; los extractos de *C. tenuiflora* y *P. coccineus* fueron los menos activos, presentaron los valores de IAA más bajos, de 6.5 y 4.5 respectivamente.

Los extractos de 28 especies produjeron mortalidad en *S. zeamais*, los valores de Mortalidad Corregida, MC, difieren significativamente (ANOVA, $F= 14.115$, gl 31, $p= 0.0001$); los resultados se presentan en la Tabla 4, en donde se observa que el extracto de *Erythrina americana* fue el que produjo la mortalidad más elevada (MC=84 %), seguido de los extractos de *Senecio sanguisorbae* (80%), *Schinus molle* (68%), *Plumbago pulchella* (66%), *Persea schiedeana* (56%) y *Trichilia havanensis* (52%); estas cifras no difieren significativamente (prueba HSD de Tukey $p < 0.05$). Los extractos de cuatro especies no produjeron mortalidad, éstas fueron *Ipomoea stans*, *Tecoma stans*, *Coreopsis mutica mutica* y *Castilleja tenuiflora*. Trece extractos presentaron una mortalidad igual o superior al 40 %, valor mínimo establecido por Lagunes (1994) como criterio para considerar a los extractos que presentan este porcentaje con potencial para controlar a *S. zeamais*.

Tabla 4. Índice de Actividad Antialimentaria (IAA) y Mortalidad Corregida (MC) \pm error estándar, de extractos etanólicos de plantas de uso plaguicida en *Sitophilus zeamais*.

| Especie | Índice de Actividad Antialimentaria ^a | Mortalidad corregida ^a |
|--|--|-----------------------------------|
| <i>Barkleyanthus salicifolius</i> | 98.4 \pm 1.64a | 44.0 \pm 4.0cdefg |
| <i>Trichilia havanensis</i> | 91.6 \pm 0.92ab | 52.0 \pm 5.83abcde |
| <i>Euphorbia furcillata</i> var. <i>furcillata</i> | 89.5 \pm 3.2ab | 38.0 \pm 4.90cdefg |
| <i>Senecio sanguisorbae</i> | 88.5 \pm 2.01abc | 80.0 \pm 4.90ab |
| <i>Yucca filifera</i> | 87.2 \pm 3.29abc | 36.0 \pm 4.0cdefg |
| <i>Decatropis bicolor</i> | 86.0 \pm 3.14abc | 48.0 \pm 5.84bcdef |
| <i>Schinus molle</i> | 85.2 \pm 1.64abc | 68.0 \pm 4.90abc |
| <i>Erythrina americana</i> | 85.2 \pm 3.07abc | 84.0 \pm 4.0a |
| <i>Croton pulcher</i> | 83.8 \pm 1.78abcd | 18.0 \pm 3.74fgh |
| <i>Persea schiedeana</i> | 82.0 \pm 3.07abcd | 56.0 \pm 9.80abcd |
| <i>Tournefortia acutiflora</i> | 78.7 \pm 3.28abcd | 48.0 \pm 4.90bcdef |
| <i>Citrus sinensis</i> | 75.4 \pm 4.49abcde | 16.0 \pm 7.48fgh |
| <i>Galphimia glauca</i> | 74.4 \pm 2.58abcde | 22.0 \pm 3.74defgh |
| <i>Parthenium hysterophorus</i> | 71.6 \pm 2.95bcde | 42.0 \pm 7.34cdefg |
| <i>Psidium guajava</i> | 68.3 \pm 5.40bcde | 30.0 \pm 12.65defgh |
| <i>Ipomoea stans</i> | 66.9 \pm 3.46bcde | 0.0 \pm 0.0h |
| <i>Nicotiana glauca</i> | 66.5 \pm 4.18bcde | 14.0 \pm 7.48fgh |
| <i>Argemone platyceras</i> | 66.3 \pm 5.25bcde | 40.0 \pm 7.07cdefg |
| <i>Plumbago pulchella</i> | 64.0 \pm 2.79cdef | 66.0 \pm 8.71abc |
| <i>Penstemon roseus</i> | 62.1 \pm 5.43def | 12.0 \pm 2.0fgh |
| <i>Lepidium schaffneri</i> | 57.4 \pm 5.43efg | 40.0 \pm 10.95cdefg |
| <i>Tecoma stans</i> | 50.8 \pm 4.33efgh | 0.0 \pm 0.0h |
| <i>Juniperus deppeana</i> | 45.9 \pm 8.32efgh | 24.0 \pm 7.48defgh |
| <i>Callicarpa acuminata</i> | 38.3 \pm 7.99fghi | 12.0 \pm 4.89gh |
| <i>Justicia spicigera</i> | 36.0 \pm 7.05fghi | 12.0 \pm 4.89 |
| <i>Coreopsis mutica</i> var. <i>mutica</i> | 34.3 \pm 8.89ghi | 0.0 \pm 0.0h |
| <i>Xanthosoma robustum</i> | 31.1 \pm 6.14ghij | 40.0 \pm 6.32cdefgh |
| <i>Dodonea viscosa</i> | 26.0 \pm 5.37hij | 10.0 \pm 4.72gh |
| <i>Calochortus barbatus</i> | 22.0 \pm 7.98ij | 12.0 \pm 3.74gh |
| <i>Milla biflora</i> | 12.0 \pm 6.05ij | 22.0 \pm 5.83defgh |
| <i>Castilleja tenuiflora</i> | 6.5 \pm 4.01j | 0.0 \pm 0.0h |
| <i>Phaseolus coccineus</i> | 4.5 \pm 4.09j | 16.0 \pm 7.48fgh |

^a Los valores promedio en una columna con una letra en común, no difieren significativamente de acuerdo a la prueba HSD de Tukey $p < 0.05$.

En la Figura 10 se presentan fotografías de la prueba de alimentación obligada en *Sitophilus zeamais* con el extracto de *Decatropis bicolor*, donde se observa que en 24 hr

los insectos consumieron totalmente la dieta testigo y parcialmente la experimental con extracto, lo que evidencia que éste último inhibió la alimentación del insecto.

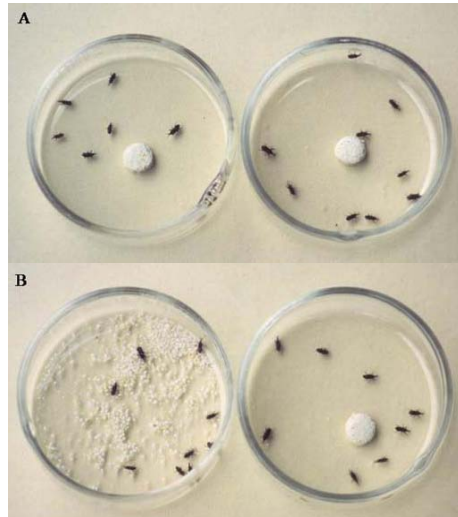


Figura 10. Prueba de alimentación obligada en *Sitophilus zeamais* con extracto etanólico 0.5% de *Decatropis bicolor*. Izquierda testigo; derecha experimental. A inicio de la prueba, B 24 hr después.

Se comprobó que hay una correlación positiva, significativa entre IAA y MC (Pearson, $r= 0.606$, $R^2= 0.409$, $p< 0.001$) (Figura 11), es decir que a mayor inhibición de la alimentación provocada por los extractos, mayor mortalidad.

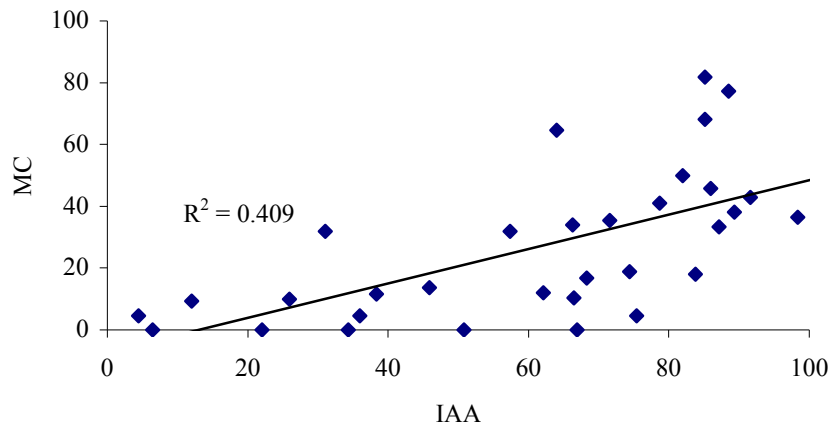


Figura 11. Correlación altamente significativa entre el Índice de Actividad Antialimentaria (IAA) y Mortalidad Corregida (MC) de extractos de plantas de uso plaguicida en Hidalgo, México, en *Sitophilus zeamais* (Pearson, $r = 0.606$, $R^2 = 0.409$, $p < 0.001$).

Se propuso la hipótesis de que las plantas de mayor importancia y más utilizadas, presentarán una mayor actividad insecticida.

Se comprobó que hay una correlación positiva entre las siguientes variables: IAA y valor de uso (Pearson, $r = 0.326$, $R^2 = 0.1063$, $p = 0.069$); IAA y número de plagas combatidas por especie de planta (Pearson, $r = 0.370$, $R^2 = 0.1367$, $p = 0.037$); IAA y número de bienes protegidos (Pearson, $r = 0.394$, $R^2 = 0.1553$, $p = 0.026$); IAA y número de productos plaguicidas (Pearson, $r = 0.209$, $R^2 = 0.0439$, $p = 0.250$); IAA y número de sitios de uso (Pearson, $r = 0.313$, $R^2 = 0.0981$, $p = 0.081$); IAA y número de usos (Pearson, $r = 0.405$, $R^2 = 0.1642$, $p = 0.022$). MC y valor de uso (Pearson, $r = 0.202$, $R^2 = 0.0408$, $p = 0.268$); MC y número de plagas combatidas por especie de planta (Pearson, $r = 0.146$, $R^2 = 0.0214$, $p = 0.425$); MC y número de bienes protegidos (Pearson, $r = 0.136$, $R^2 = 0.0185$, $p = 0.457$); MC y número de productos plaguicidas (Pearson, $r = 0.135$, $R^2 = 0.0439$, $p = 0.462$); MC y número de sitios de uso (Pearson, $r = 0.281$, $R^2 = 0.0788$, $p = 0.120$); MC y número de usos (Pearson, $r = 0.420$, $R^2 = 0.1763$, $p = 0.017$). Los resultados gráficos se presentan en las Figuras 12 y 13, en donde se observa que en todos los casos,

y a pesar de los bajos valores de r , se observa una tendencia en la que a mayor importancia de uso y más utilización de las plantas, mayor actividad, lo que comprueba la hipótesis propuesta.

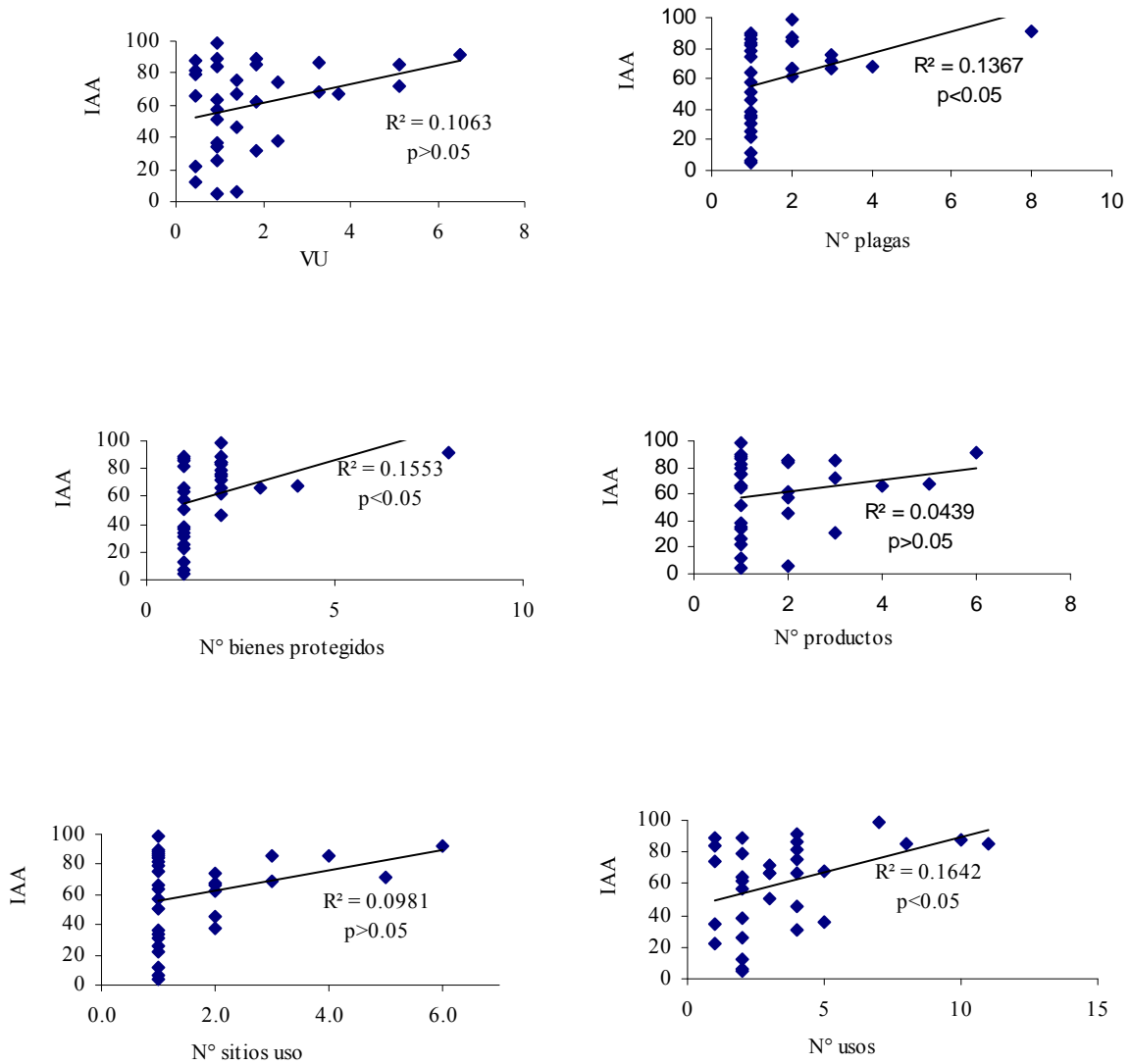


Figura 12. Correlación entre el Índice de Actividad Antialimentaria (IAA) y valor de uso (VU), número de plagas combatidas por especie de planta, número de bienes protegidos, número de productos plaguicidas, número de sitios de uso y número de usos, en *Sitophilus zeamais*, de extractos de plantas de uso plaguicida en Hidalgo, México.

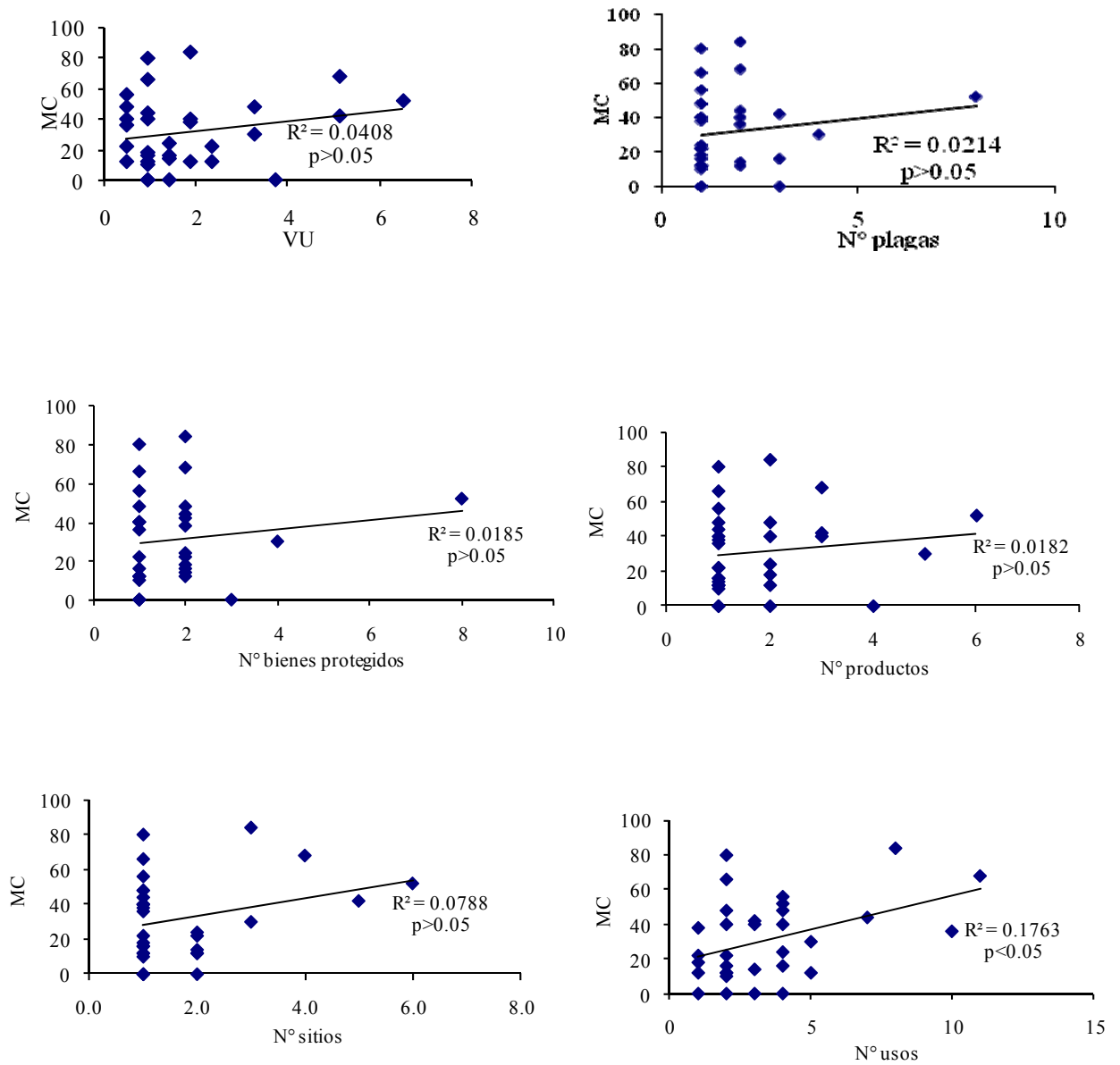


Figura 13. Correlación entre el Mortalidad corregida (MC) y valor de uso, número de plagas combatidas por especie de planta, número de bienes protegidos, número de productos plaguicidas, número de sitios de uso y número de usos, en *Sitophilus zeamais*, de extractos de plantas de uso plaguicida en Hidalgo, México.

Las 32 especies de plantas se clasificaron con el método de conglomerados jerárquicos con tres variables: el IAA o la MC, el valor de uso y el número de plagas contra las cuales se emplean las especies, para detectar a las más activas y con mayor importancia de uso.

Se obtuvo el dendrograma de la Figura 14, en el que se observa que las especies de plantas se agruparon en dos conglomerados, en uno se agrupan las especies menos activas y menor importancia; en el segundo están las especies con mayor IAA, VU y número de plagas que se controlan; en este conglomerado están la mayoría de las 32 especies de plantas y en él se incluyen las que tienen las variables de mayor valor, éstas se presentan en rojo y son:

Barkleyanthus salicifolius, *Trichilia havanensis*, *Schinus molle*, *Erythrina americana*, *Decatropis bicolor*, *Persea schiedeana*, *Croton pulcher*, *Yucca filifera*, *Senecio sanguisorbae* y *Euphorbia furcillata furcillata*.

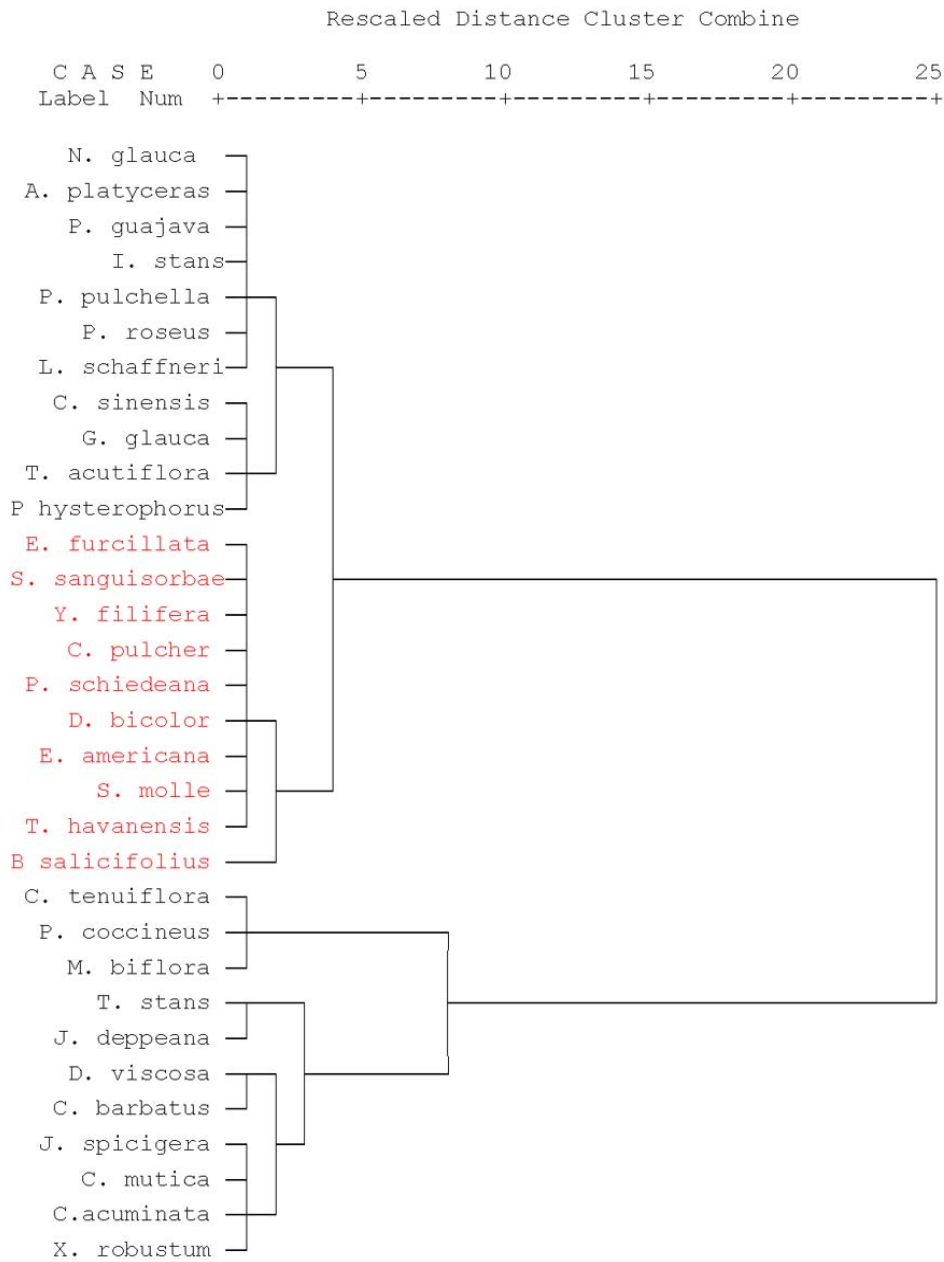


Figura 14. Dendrograma con las 32 especies de plantas de uso plaguicida del estado de Hidalgo, México, seleccionadas para evaluar su actividad insecticida en *Sitophilus zeamais*. Las variables empleadas en este análisis fueron: Índice de Actividad Antialimentaria (IAA), valor de uso (VU) y el número de plagas contra las cuales se emplean estas plantas. En rojo, las especies con los valores más altos de IAA, VU y número de plagas combatidas.

En el dendrograma de la Figura 15, en el que se observa que las especies de plantas se agruparon en dos conglomerados, en uno de ellos se agrupan las especies menos activas y con una importancia de uso menor; en el segundo conglomerado están las especies con mayor MC, VU y número de plagas que se controlan; los nombres de las especies de mayor importancia, según estos criterios, se presentan en rojo y son:

Plumbago pulchella, *Schinus molle*, *Erythrina americana*, *Senecio sanguisorbae*, *Persea schiedeana* y *Trichilia havanensis*.

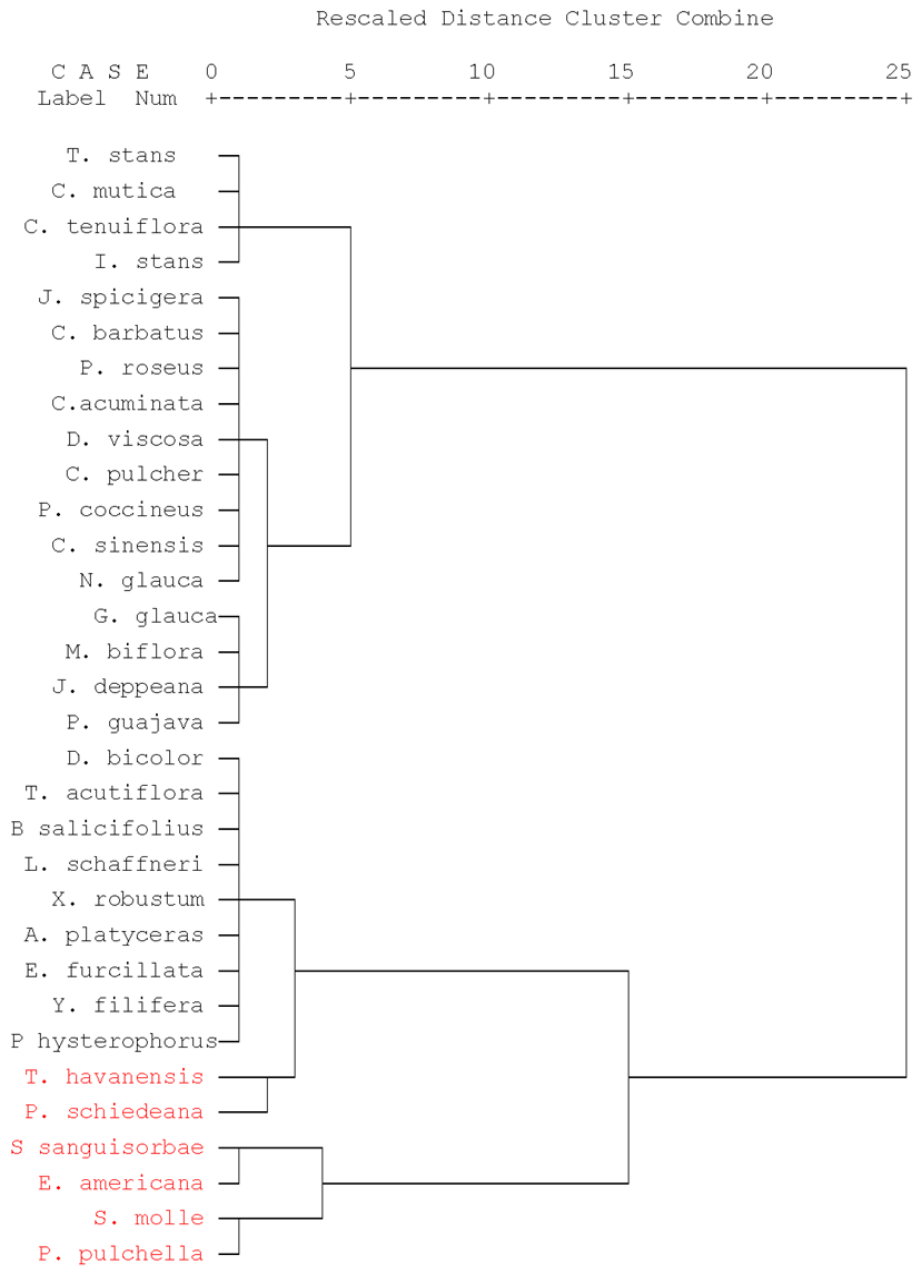


Figura 15. Dendrograma con las 32 especies de plantas de uso plaguicida del estado de Hidalgo, México, seleccionadas para evaluar su actividad insecticida en *Sitophilus zeamais*. Las variables empleadas en este análisis fueron: mortalidad corregida (MC), valor de uso (VU) y el número de plagas contra las cuales se emplean estas plantas. En rojo, las especies con los valores más altos de MC, VU y número de plagas combatidas.

Tomando en cuenta los datos de los dos dendrogramas, se determinó que las especies de plantas más activas y con mayor importancia son:

Barkleyanthus salicifolius, *Trichilia havanensis*, *Schinus molle*, *Erythrina americana*, *Decatropis bicolor*, *Persea schiedeana*, *Croton pulcher*, *Yucca filifera*, *Senecio sanguisorbae*, *Euphorbia furcillata furcillata* y *Plumbago pulchella*.

5.3 OBTENCIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL PRINCIPIO ACTIVO DE *Plumbago pulchella*

Al analizar la muestra del compuesto obtenido de *Plumbago pulchella*, una de las especies de plantas más activas y con mayor importancia, mediante cromatografía de gases acoplada a un espectrometro de masas, se obtuvo el cromatograma que se presenta en la Figura 16, en el que se observa una sola señal con un tiempo de retención de 30.68 min, el espectro de masas de esta señal se comparó con los de la base de datos del equipo, ambos espectros se muestran en la Figura 17; el EM del compuesto aislado de *Plumbago pulchella* coincidió en un 96% con el de la 5-hidoxi-2-metil-1,4-naftalendiona o plumbagina. Los datos del EM y del cromatograma se presentan en la Tabla 5, en donde se observa que la abundancia relativa de la señal es de 100%.

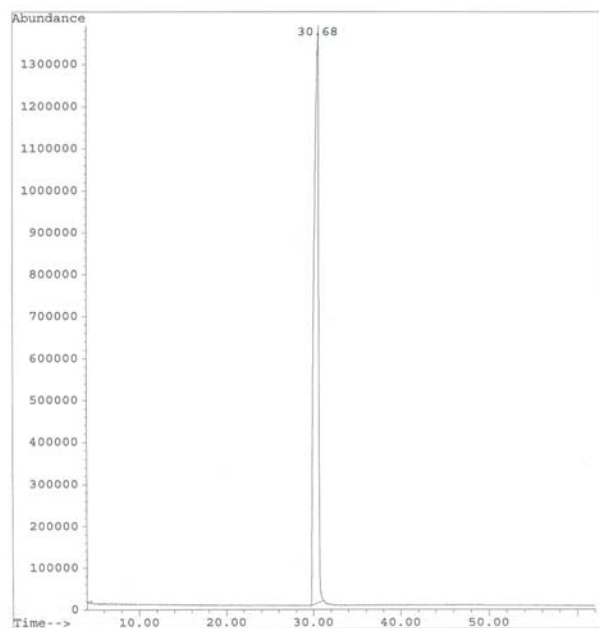


Figura 16. Cromatograma de gases del compuesto obtenido a partir del follaje de *Plumbago pulchella*.

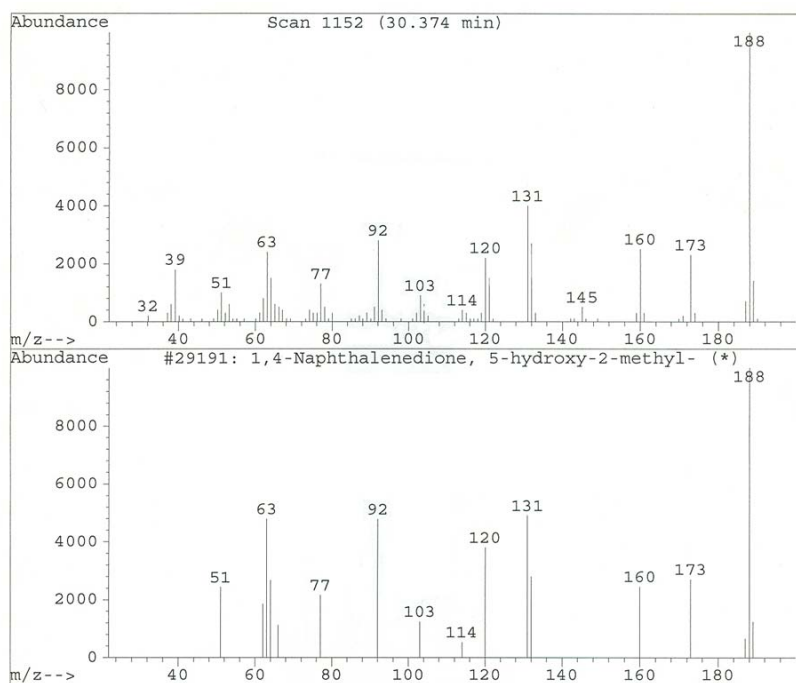


Figura 17. Espectro de masas de 5-hidroxi-2-metil-1,4-naftalendiona, plumbagina (abajo) de la base de datos del cromatografo de gases acoplado a un espectrómetro de masas y del compuesto obtenido de *Plumbago pulchella* (arriba).

Tabla 5. Datos del espectro de masas y del cromatograma de gases de la plumbagina obtenida de *Plumbago pulchella*.

| Compuesto | Datos del espectro de masas ^a | Tiempo de retención (min) | Abundancia relativa % |
|------------|--|---------------------------|-----------------------|
| Plumbagina | 188, 131, 92, 160, 173, 63, 120, 51, 103, 145, 114, 32 | 30.68 | 100 |

^a Iones de mayor fragmentación, el pico base es el primero de la lista, otros iones en orden decreciente de abundancia relativa.

En la Figura 18 se muestra la estructura de la plumbagina.

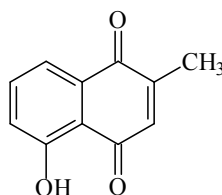


Figura 18. Plumbagina

Al hacer una prueba de alimentación obligada con plumbagina 0.5%, se determinó que esta sustancia inhibió significativamente la alimentación de *Sitophilus zeamais*, se obtuvo una IAA de 98% y produjo 100% de mortalidad en este insecto.

6. DISCUSIÓN

6.1 PLANTAS UTILIZADAS COMO PLAGUICIDAS EN HIDALGO. INFORMACIÓN ETNOBOTÁNICA

El número de especies de plantas empleadas para combatir plagas en Hidalgo, representa aproximadamente el 3.1% de la flora local. Al hacer la revisión bibliográfica no se encontraron antecedentes de que en otros estados o regiones de la República Mexicana se utilice una proporción tan elevada de plantas como plaguicidas. La gran mayoría de estas especies de plantas son nativas de México, lo que denota la importancia que tiene la flora local como fuente de productos plaguicidas; la recolección de las partes vegetales se hace en poblaciones no cultivadas, ya sea en habitats perturbados o en las comunidades vegetales primarias del área. Asteraceae es la familia que proporciona más especies plaguicidas a los habitantes del estado (Tabla 2), lo que probablemente es un reflejo de la riqueza florística del país, donde es precisamente esta familia la más diversa (Villaseñor, 2003). En otros estudios acerca del uso de las plantas en otras áreas de México, también Asteraceae ocupa el primer lugar por el número de especies de plantas utilizadas (Martínez Alfaro *et al.*, 1995; Navarro y Avendaño, 2002).

De 90 especies de plantas se aprovechan las ramas y las hojas (Figura 2), lo que da una idea de que esta práctica se efectue de manera sustentable, aunque sería necesario ahondar en el estudio de esta práctica para confirmar esta observación.

Entre los productos que se obtienen con las partes vegetales de las especies de plantas de uso plaguicida en Hidalgo están los nidos para las gallinas, que se preparan con el fin de eliminar a los ectoparásitos de estas aves. Los nidos son los productos para los que se emplean el mayor número de especies de plantas, como *Hyptis verticillata*; se ha informado que las ramas de esta especie de Lamiaceae en América Central también se utilizan para la preparación de nidos (Secoy and Smith, 1983).

El humo, como fumigante, es el producto que ocupa el segundo lugar por el número de plantas usadas para producirlo. En otros países, como Etiopía, el humo de origen vegetal es el producto que se usa con mayor frecuencia para repeler mosquitos (Karunamoorthi *et al.*, 2009). Otros productos que se preparan con estas plantas son las escobas, que se elaboran específicamente para barrer sitios infestados con diferentes artrópodos; igual que en el estado de Hidalgo esta es una práctica que también se lleva a cabo al sur de Italia, donde para eliminar pulgas se barre con escobas hechas con ramas de *Dittrichia viscosa* (L.) W. Greuter (Asteraceae) (Nedelcheva *et al.*, 2007). El uso de ramos de plantas que se cuelgan en diferentes sitios para repeler insectos, que se registró en varios municipios de la zona estudiada, también se observa en otros países, como Eritrea, en África, donde en la pared cercana a la cama se cuelgan ramas de *Ocimum forskolei* Benth. (Lamiaceae) para ahuyentar mosquitos (Waka *et al.*, 2004).

El número de productos vegetales empleados para combatir plagas en Hidalgo resulta considerablemente mayor si se compara con el número de productos sintéticos que se emplean como plaguicidas en este estado, donde el combate de vectores se hace con butóxido, malatión y abate. Los insectos que son plagas agrícolas son combatidos con 19 insecticidas, entre los que se encuentran paratión, malatión y deltametrina, que se venden con 48 nombres comerciales. Como rodenticida se emplea el fosfuro de zinc y como nematicida el furadan (SADER, 2004; SAGARPA, 2006). El manejo de estos plaguicidas sintéticos constituye un riesgo para la salud y periódicamente se registran casos de intoxicación en humanos. En 2000 se dieron 35 casos y en 2001 fueron 28 (SSH, 2001). En contraste, el manejo de los productos vegetales plaguicidas se puede considerar como más seguro, esto al tomar en cuenta que en este estudio se determinó que 97 de estas especies de plantas también tienen uso medicinal y 35 son comestibles, lo que implica que la mayoría de estas plantas son consumidas por seres humanos y no hay evidencias documentadas de que produzcan efectos adversos; de ahí que estos productos vegetales podrían ser considerados como plaguicidas de riesgo reducido, concepto que la Agencia de Protección al Medio Ambiente de los Estados Unidos de Norteamérica emplea para plaguicidas que con certeza razonable no son dañinos

(Wheeler, 2002). Además, en casos como el de *Schinus molle* se ha demostrado que los extractos etanólicos de hojas y frutos de este árbol no causan toxicidad aguda ni crónica en ratas, lo que permitió concluir que el uso insecticida de estos extractos es relativamente seguro (Ferrero *et al.*, 2007a). En lo que respecta a especies de plantas reconocidas como tóxicas, como *Spigelia longiflora*, *Asclepias curassavica* y *Erythrina americana*, en estudios como éste se contribuye a difundir sus propiedades y en forma implícita a alertar acerca del cuidado que se debe tener con este tipo de plantas. Al mismo tiempo y dada la toxicidad de estas especies, que sugiere una elevada bioactividad en especial en mamíferos, estos trabajos pueden motivar su investigación en la búsqueda de moléculas activas con potencial de aplicaciones diversas.

El matorral xerófilo es el tipo de vegetación que cubre 50% o más del territorio nacional y estatal, su gran extensión es posiblemente una razón por la cual es la comunidad vegetal de la cual se obtiene el mayor número de especies plantas plaguicidas en Hidalgo (Figura 4). Las plantas no cultivadas aportan 80% de estas especies de plantas.

Las gallinas son los principales bienes que se protegen de las plagas mediante el uso de las plantas; el ganado también ocupa un lugar preponderante en la protección con productos vegetales (Figura 6); esto posiblemente se debe a que en Hidalgo la avicultura y la ganadería son actividades importantes, con más de 10 millones de cabezas de aves y 2.7 millones de cabezas de ovinos, bovinos, caprinos y porcinos (INEGI, 2007). Las moscas y garrapatas que afectan al ganado provocan enfermedades que generan pérdidas económicas cuantiosas; la aplicación de productos sintéticos constituye el principal método de control de estas plagas, pero son productos caros y contaminantes y la mayoría de estos artrópodos desarrollan resistencia (FAO, 2009; Kaaya, 2000; Muro Castrejón *et al.*, 2003). Por eso, las plantas, como las 29 especies empleadas en Hidalgo contra esas moscas y garrapatas, son una alternativa viable en el desarrollo de estrategias integrales para el control de estas plagas. Otro bien que destaca por el número de especies de plantas dedicadas a protegerlo de las plagas de invertebrados y vertebrados

es el maíz, que es el cultivo principal del estado de Hidalgo (INEGI, 2007), lo cual posiblemente explique el interés que tiene la población por cuidar este cultivo básico aplicando métodos tradicionales para el control de plagas con el uso de productos vegetales obtenidos de plantas locales.

En cuanto a la clasificación de las plantas según su importancia de uso, la especie que ocupó el primer lugar fue *Trichilia havanensis* (Figura 8). Esta es una especie de la misma familia que el nim, *Azadirachta indica*, de importancia mundial como plaguicida (Prakash and Rao, 1997). *Trichilia havanensis* podría ser considerada como la especie de uso plaguicida prioritaria para realizar investigación etnobotánica, fitoquímica y farmacológica. En segundo lugar de prioridad están *Psidium guajava*, *Nicotiana tabacum*, *Tagetes erecta*, *Mentha rotundifolia*, *Ipomoea stans*, *Tagetes lucida*, *Parthenium hysterophorus* y *Schinus molle*. La clasificación de familias de plantas permitió reconocer las de mayor importancia de uso, que fueron Asteraceae, Solanaceae, Meliaceae y Fabaceae (Figura 9). Con excepción de Meliaceae, las otras tres son familias de plantas que por su diversidad se encuentran entre los primeros lugares de la flora de México.

6.2 ACTIVIDAD INSECTICIDA DE LOS EXTRACTOS VEGETALES EN *Sitophilus zeamais*

La mayoría de los extractos vegetales probados en *Sitophilus zeamais* inhibieron la alimentación del insecto (el 68.8% de los extractos produjo una IAA>50) y causaron mortalidad (el 40.6% de los extractos produjo una MC≥40) (Tabla 4). Estas proporciones de extractos activos son elevadas si se comparan con los resultados obtenidos por otros autores; Silva *et al.* (2005) determinaron que sólo 2 de 23 especies de plantas causaron mortalidad significativa en *S. zeamais* y Procópio *et al.* (2003) observaron que una de siete plantas presentó actividad insecticida. La elevada proporción de especies de plantas activas en *S. zeamais* apoya la idea de que en la

búsqueda de especies vegetales con actividad biológica significativa, una estrategia es la selección de especies vegetales que sean utilizadas tradicionalmente, ya que esto incrementa la posibilidad de encontrar actividad biológica, en comparación con la selección fortuita de las plantas (Hostettmann and Marston, 1987; Schultes and von Reis, 1997; Betancur-Galvis *et al.*, 2002).

Ya que la inhibición de la alimentación de *S. zeamais* fue el principal efecto producido por los extractos, se consideró que el conjunto de los extractos probados presentó efectos insectistáticos (Rodríguez *et al.*, 2003) o subletales (Isman, 2000), en los que no se presenta mortalidad instantánea o a corto plazo; estos efectos incluyen inhibición de la alimentación, repelencia (Kim *et al.*, 2002), inhibición del crecimiento (Isman, 2000; Rodríguez *et al.*, 2003), entre otros. A los productos vegetales que inhiben la alimentación de los insectos, se les conoce como disuasivos de la alimentación o antialimentarios (Berenbaum, 1988; Lewis and van Emden, 1988). Si bien, la mayor parte de los extractos probados se comportaron como antialimentarios, se consideró que la mortalidad no solo fue por inanición, sino que además los extractos produjeron efectos tóxicos, ya que hubo una correlación positiva entre IAA y MC. Pero la prueba de alimentación desarrollada no permitió definir si las sustancias contenidas en los extractos actuaron como venenos estomacales, de contacto o repelentes. Isman (2000) también observó que hubo correlación entre el efecto disuasivo de la alimentación de algunos monoterpenos y los valores de la dosis letal 50, DL_{50} , en *Spodoptera litura* (Noctuidae) y Berenbaum, (1988) determinó que hay una correlación entre el efecto disuasivo de la alimentación y la toxicidad.

Por su elevada actividad, estas especies vegetales se revelan como alternativas eficaces para el control de este insecto, que constituye la plaga principal que ataca al maíz almacenado en México, en donde, por esta plaga, se pierde entre el 30 y 40 % de este grano (Lagunes, 1984). Pero el problema de las plagas de almacén es mayor, pues se le considera el principal problema agrícola en países del tercer mundo (Adedire and Akinkulore, 2005), por lo que la búsqueda de plaguicidas eficaces y seguros para el

control de las plagas de productos almacenados es una necesidad actual en los países en desarrollo. Las plantas estudiadas pueden contribuir a cubrir esa necesidad, pues no sólo muchas de ellas son efectivas, sino además seguras pues en su mayoría se trata de especies que inclusive son medicinales, como *Decatropis bicolor* y comestibles y medicinales como *Ipomoea stans*, lo que es un indicio de que el uso de estas plantas puede ser seguro para las personas.

Se determinó que las especies de plantas más activas y con mayor importancia son: *Barkleyanthus salicifolius*, *Trichilia havanensis*, *Schinus molle*, *Erythrina americana*, *Decatropis bicolor*, *Persea schiedeana*, *Croton pulcher*, *Yucca filifera*, *Senecio sanguisorbae*, *Plumbago pulchella* y *Euphorbia furcillata furcillata*. Dadas sus características, estas especies de plantas se pueden tomar en cuenta para desarrollar proyectos; en investigación aplicada, se podrían incluir en estudios en los que se planea aplicar productos de estas plantas en cultivos, semillas y granos almacenados para evaluar su efectividad insecticida en condiciones de campo; en investigación básica se podrían seleccionar para realizar estudios con el fin de aislar e identificar las sustancias que les confieren la actividad insecticida.

6.3 ACTIVIDAD INSECTICIDA DE LA PLUMBAGINA EN *Sitophilus zeamais*

Puesto que *Plumbago pulchella* resultó ser una de las especies más activas y con mayor importancia de uso plaguicida, la especie se seleccionó para continuar con el estudio y de ella se obtuvo y evaluó el principio activo, la plumbagina. Esta sustancia ya había sido aislada a partir de *P. pulchella* (Kincl y Rosenkranz, 1956), *P. capensis* (Kubo *et al.*, 1983), *P. zeylanica* (Kamal *et al.*, 1983; Gahukar, 2010), *P. scandens* (Paiva *et al.*, 2004) y mostrado actividad en diversos organismos. En insectos, como *Spodoptera exempta* presentó actividad antialimentaria (Kubo *et al.*, 1980); toxicidad en larvas de *Aedes aegypti* (Hassanali and Lwande, 1989) y en *Dysdercus koenigii* (Gujar and Mehrotra, 1988). Los extractos de hexano y cloroformo de tres especies de *Plumbago*, *P.*

zeylanica, *P. dawei* y *P. stenophylla* presentaron actividad larvicida en *Anopheles gambiae* (Maniafu *et al.*, 2009). En *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae), la plumbagina alteró los niveles de los ecdisteroides de la linfa, lo que ocasionó cambios en las enzimas lisosomales y malformaciones durante la muda (Josephraj Kumar *et al.*, 1999).

6.4 ANTECEDENTES DE USO PLAGUICIDA DE ALGUNAS DE LAS ESPECIES DE PLANTAS REGISTRADAS EN EL ESTUDIO

Al hacer la revisión bibliográfica acerca de las 124 especies de plantas utilizadas para combatir plagas en Hidalgo, se encontraron referencias de uso plaguicida, de pruebas *in vitro* realizadas en diferentes organismos y de estudios fitoquímicos de más de 40 de las especies de plantas registradas en el presente trabajo. Estos antecedentes permiten determinar si en otras culturas también se utilizan estas plantas para el control de plagas, en qué otras regiones se emplean estas plantas, si son las mismas plagas contra las cuales se usan y con todo esto, hacer comparaciones con los resultados obtenidos en Hidalgo, considerando que si las especies de plantas se emplean en varias regiones, contra diferentes tipos de plagas, son evidencias de que se trata de plantas eficaces. Así por ejemplo, se encontraron antecedentes de que en Tamaulipas *Parthenium hysterophorus* tiene uso plaguicida (Hernández Sandoval *et al.*, 1991); en Hidalgo, *P. hysterophorus* es una de las especies que se clasificó en el grupo de plantas de mayor importancia de uso plaguicida (Figura 8). *Asclepias curassavica*, *Erythrina americana*, *Liquidambar styraciflua*, *Rosmarinus officinalis*, *Ruta graveolens* y *Tagetes lucida*, se emplean como repelentes de insectos en diversos países (Secoy and Smith, 1983); en España, varias especies de *Ruta* se utilizan para repeler moscas, mosquitos y avispas, para proteger la ropa de las polillas, alejar serpientes, ratas y ratones, proteger pollos de gatos y zorras y como repelente de plagas de plantas de jardín (San Miguel, 2003). En el estado de Hidalgo, ya se había registrado el uso plaguicida de *Argemone platyceras*, *Asclepias curassavica*, *Bahuinia divaricata*, *Casimiroa edulis*, *Cedrela odorata*, *Chenopodium*

ambrosioides, *Croton pulcher*, *Cyathea fulva*, *Erythrina americana*, *Eupatorium petiolare*, *Galphimia glauca*, *Gliricidia sepium*, *Hamelia patens*, *Hyptis verticillata*, *Juniperus deppeana*, *Justicia spicigera*, *Kalanchoe pinnata*, *Mentha rotundifolia*, *Nicotiana tabacum*, *Parthenium hysterophorus*, *Persea americana*, *Persea schiedeana*, *Phytolacca icosandra*, *Pinus greggii*, *Protium copal*, *Psidium guajava*, *Ricinus communis*, *Tagetes erecta*, *Trichilia havanensis*, *Xanthosoma robustum* y *Zaluzania triloba* (Villavicencio Nieto y Pérez Escandón, 2005, 2006); sin embargo en el presente estudio, se registraron nuevas localidades de uso plaguicida de especies como, *Mentha rotundifolia*, que también se emplea en Acaxochitlán y otros usos para controlar plagas, como *Parthenium hysterophorus*, empleada además como repelente de pulgas.

Capsicum annum, *Cedrela odorata* y *Chenopodium ambrosioides* tienen uso plaguicida en el área estudiada, al igual que en la Amazonía peruana, donde Pérez (2002) halló que estas plantas se encuentran entre las que son usadas con mayor frecuencia para el control de la malaria a través del combate de los vectores con los productos de estos vegetales.

En Hidalgo, *Cupressus lusitanica* se emplea como fumigante; se tiene referencia que en Cameroon, los granjeros usan las ramas de *Cupressus sempervirens* para proteger de las plagas a los productos almacenados (Tapondjou *et al.*, 2000).

En el presente estudio se registró el uso de hojas de *Cedrela odorata* para repeler insectos y vertebrados; en Brasil se analizaron los aceites esenciales de esta especie y se determinó que los componentes mayoritarios son los sesquiterpenos germacreno-A y β -cubebeno, además, al probar los aceites en *Hypsipyla grandella*, un insecto plaga de Meliaceae, se comprobó que los antenogramas fueron mayores en hembras que en machos (Maia *et al.*, 2000).

En cuanto a los antecedentes de estudios acerca del contenido químico de diversas especies de plantas con antecedentes de uso plaguicida, estos reportes permiten tener una

primera aproximación para orientar la separación e identificación de los principios activos de estas plantas; en algunos de los trabajos publicados los autores ya reportaron cuales son los componentes responsables de la actividad plaguicida de las especies de plantas investigadas. Así por ejemplo, Domínguez *et al.* (1971) estudiaron la composición química de *D. bicolor* e identificaron al triacotano y β -sitosterol, además a los alcaloides, dictamnina y skimmianina. García-Argáez *et al.* (2000) comprobaron la actividad anti inflamatoria de cumarinas que contiene esta planta. Cárdenas-Ortega *et al.* (2005) observaron que los extractos de *D. bicolor* inhibieron el crecimiento de *Aspergillus flavus*; también demostraron que la seselina, una de las cumarinas obtenida de *D. bicolor*, protege al maíz, de la contaminación con este hongo (Cárdenas-Ortega *et al.*, 2007); en el presente estudio, se definió que *D. bicolor* es una de las especies de plantas con mayor actividad insecticida (Tabla 4, Figura 14). En un estudio futuro, los antecedentes mencionados orientarán la búsqueda de los principios activos de esta planta, que pudieran ser alcaloides o cumarinas.

De *Erythrina americana*, registrada en este estudio como fumigante y veneno para ardillas, Sotelo *et al.* (2001) determinaron que las semillas contienen 1.056% de alcaloides, los cuales presentaron una dosis letal (DL_{50}) de 1200 mg/kg en ratones y en ratas alimentadas con una dieta de semillas molidas de esta planta; la mortalidad se produjo en dos o tres semanas; además, García-Mateos *et al.* (2004) observaron que los alcaloides de semillas provocaron 88% de mortalidad en larvas de *Culex quinquefasciatus*, además se identificaron los alcaloides diénicos erisopina, erisovina, erisodina, así como los lactónicos α y β -eritroidina; la erisovina y β -eritroidina produjeron 60% de mortalidad en el insecto de prueba. Los resultados obtenidos por los autores de ambos trabajos, validan la utilización tradicional de las semillas como veneno para ardillas y como fumigantes de cucarachas que se registró en el estado de Hidalgo. En las semillas también se identificó una lecitina que presentó actividad hemoaglutinante (Ortega *et al.*, 1990) y en las flores se identificaron los alcaloides α y β -eritroidina (Aguilar *et al.*, 1981).

Se encontró que *Hyptis verticillata* se utiliza para controlar insectos que afectan a las gallinas y también para eliminar pulgas; Porter *et al.* (1995) y Facey *et al.* (2005) refirieron que los aceites esenciales de esta planta contienen como compuestos mayoritarios a los sesquiterpenos aromadendr-1(10)-en-9-ona (squamulosa) (30.7%) y cadina-4,10(15)-dien-3-ona (15.1%) y que los aceites presentaron actividad quimioesterilizante, redujeron la oviposición y la viabilidad de los huevecillos, en la garrapata del ganado, *Boophilus microplus* y produjeron toxicidad en *Cylas formicarius elegantulus* (Coleoptera:Curculionidae), una plaga de la papa.

En el área de estudio, se usan como fumigantes y en los nidos de las gallinas dos especies de *Juniperus*, *J. deppeana* y *J. flaccida*; otros autores comprobaron que los extractos de madera y corteza de varias especies de *Juniperus*, incluyendo a *J. deppeana*, redujeron significativamente la tasa de sobrevivencia de termitas de la especie *Reticulitermes flavipes* (Adams *et al.*, 1988).

En varios municipios de Hidalgo se utiliza *Mentha rotundifolia* para controlar diversas especies de insectos; en un estudio que incluyó seis especies de Lamiaceae, se determinó que el extracto de diclorometano de esta especie fue el que produjo el mayor porcentaje de mortalidad en *Tribolium castaneum* (Coleoptera:Tenebrionidae) (Clemente *et al.*, 2003). Los aceites esenciales de *M. rotundifolia* de Uruguay, contienen 23 componentes, el mayoritario es óxido de piperitenona (Lorenzo *et al.*, 2002).

Otra especie detectada como fumigante fue *Montanoa tomentosa*; en los tricomas glandulares de esta planta se detectaron los ácidos diterpénicos kaurenoico y grandiflorenico, además de 26 terpenos volátiles, siendo los más abundantes β -eudesmol y valenceno, este último es precursor de nootkatona, un potente termicida, insecticida y acaricida (Robles-Zepeda *et al.*, 2009).

De *Pseudogynoxys chenopodioides*, especie registrada como plaguicida en Hidalgo, se obtuvieron quinoles y un derivado de germacreno D (Merikli *et al.*, 1988 citado en

Romo de Vivar *et al.*, 2007), al género *Pseudogynoxys*, Romo de Vivar *et al.* (2007) lo consideran un caso especial para el cual no se han reportado ni alcaloides pirrolizidínicos ni eremofilanos.

En el presente trabajo se registró que las hojas o frondas frescas de *Pteridium* se colocan en los nidos de las gallinas para evitar o eliminar a los chahuistles. En la literatura se reporta que *Pteridium* contiene glicósidos cianogénicos. Los gorilas preparan sus nidos con ramas de *Pteridium* y de otras especies de plantas. Los glicósidos cianogénicos reducen la incidencia de ectoparásitos. Considerando lo anterior, es posible investigar el contenido de glicósidos cianogénicos en *Cyathea fulva* y *Pteridium arachnoideum* y evaluar el efecto insecticida de estos helechos bajo la hipótesis de que los glicósidos cianogénicos presentarán efecto insecticida. En Uganda se observó que los gorilas preparan nidos cada noche, para lo cual emplean ramas de plantas de 62 géneros, siendo las especies de *Pteridium* y *Mimulopsis* las más frecuentes en los nidos (Rothman *et al.*, 2006).

En Actopan, Hidalgo, el humo de *Rosmarinus officinalis*, junto con el de otras plantas, se utiliza como fumigante; en Turquía se estudiaron los aceites esenciales de esta especie de Lamiaceae y se observó que el monoterpeno principal es 1,8-cineol, los aceites fueron tóxicos en *Tribolium confusum* (Coleoptera) (Isikber *et al.*, 2006).

Diversos autores han determinado que los productos obtenidos de varias de las especies de plantas registradas en Hidalgo como plaguicida, poseen actividad biológica en diferentes organismos de prueba y en algunos casos se han identificado las sustancias que contienen esas plantas. Así, los extractos de hojas de *Agave americana*, a una concentración de 0.08% causaron 100% de mortalidad en larvas de mosquitos de los géneros *Anopheles*, *Aedes* y *Culex* (Dharmashaktu *et al.*, 1987).

El polvo de la raíz de *Barkleyanthus salicifolius* causó mortalidad en *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae), una plaga del frijol almacenado en México

(Rodríguez y López-Pérez, 2001; López-Pérez *et al.*, 2007) y en larvas de *Leptophobia aripa elodia* (Lepidoptera: Pieridae), una plaga de la col (Ramírez-Moreno *et al.*, 2001); al hacer el análisis químico de las raíces de esta planta se identificaron el 6-cetofuranoeremofilano y el alcaloide pirrolizidinico 7-angeliheliotridina y de las partes aéreas se obtuvo quercetina (Romo de Vivar *et al.*, 2007).

Anaya *et al.*, (2003) extrajeron hojas de *Callicarpa acuminata* con cloroformo:metanol 1:1 y aislaron ácido isopimarico, sandaracopimaradien-19-ol, akhdarenol, α -amyrina y la flavona salvigenina; la α -amyrina y un derivado semisintético, el ácido isopimarico metil éter, presentaron un efecto antialimentario en *Leptinotarsa decemlineata*. Otras especies de *Callicarpa*, como *C. americana* y *C. japonica*, han presentado actividad disuasiva para picaduras de mosquitos (Cantrell *et al.*, 2005).

Los extractos de *Canna indica* exhibieron actividad moluscicida en el caracol *Lymnaea acuminata*, con una CL₅₀ de 55.65 mg/l, a esta concentración los extractos no fueron tóxicos para el pez *Colisa fasciatus*, que comparte el mismo habitat que *L. acuminata* (Tripathi and Singh, 2000).

Los extractos acuosos 5 y 15 % de, *Carya illinoensis* y *Juniperus flaccida*, no causaron mortalidad en larvas de *Culex quinquefasciatus* (Pérez-Pacheco *et al.*, 2004). De *Clerodendrum bungei* se obtuvieron los siguientes diterpenoides de abietano: flaxeno; 3,12-*O*- β -D-diglucopiranosil-11,16-dihidroxiabieta-8,11,13-trieno; 19-*O*- β -D-carboxiglucopiranosil-12-*O*- β -D-glucopiranosil-11,16-dihidroxiabieta-8,11,13-trieno; 11,16-dihidroxi-12-*O*- β -D-glucopiranosil-17(15 \rightarrow 6), 18 (4 \rightarrow 3) -abeo- 4-carboxi-3,8,11,13-abietatetraen-7-ona; 19-hidroxi-teuvincenona F; ajugaside A, uncinatona y teuvincenona F. Sólo la uncinatona presentó actividad citotóxica moderada en cultivos de las líneas celulares B16 (melanoma murino), HGC-27 (gástrico humano) y HEK-293 (epitelio de riñón humano) (Liu *et al.*, 2008). Las plantas del género *Clerodendrum* se conocen por sus propiedades plaguicidas, en el Este de África se utilizan como

antialimentarios de larvas de *Spodoptera* (Cooper *et al.*, 1980) y tienen efecto en otros insectos como *Sitophilus oryzae* (Pal *et al.*, 1989).

Las curcubitacinas, que son triterpenoides que confieren sabor amargo a *Cucumis sativus* (Cucurbitaceae), han mostrado actividad antialimentaria en muchas especies de insectos y de nematodos (Chitwood, 2002).

Los extractos acuosos de *Equisetum myriochaetum* (Equisetaceae) presentaron 25% de mortalidad en larvas de *Leptophobia aripa elodia* (Lepidoptera:Pieridae), una plaga de la col (Ramírez-Moreno *et al.*, 2001).

Los productos de corteza y semillas de *Gliricidia sepium* tuvieron efectos insecticida y rodenticida (Prakash and Rao, 1997); un extracto acuoso de hojas de esta planta produjo mortalidad en ratones albinos adultos (Martin de la Guardia *et al.*, 2003).

En *Ipomoea stans* se caracterizaron tres tetrasácaridos glucosídicos que presentaron actividad contra *Staphylococcus aureus* y *Bacillus subtilis* (Reynolds *et al.*, 1995) y citotóxica en dos líneas celulares cancerígenas (León *et al.*, 2004) y los extractos de hexano, cloroformo y metanol de callos generados a partir de explantes de hipocotilo de *Ipomoea intrapilosa*, tuvieron actividad bioinsecticida en larvas de *Spodoptera frugiperda* (Lina García, 2006).

Al analizar los conos de *Liquidamber styraciflua*, se aislaron e identificaron dos triterpenoides, el ácido 6 β ,30-dihidroxi-3-oxolup-20(29)-en-28-oico y ácido 3 α -hidroxi-11-oxoolean-12-en-28-oico (Fukuda *et al.*, 2006).

El polvo y los extractos acuosos y alcohólicos de hojas de *Lonchocarpus hermannii* exhibieron efectos antialimentarios e insecticidas en especies como *Spodoptera eridania* (Lepidoptera) (Prakash & Rao, 1997).

Los extractos acuosos de *Nicotiana glauca*, usada en Eritrea contra mosquitos, provocaron una repelencia moderada en *Anopheles gambiae* (Diptera) (Waka *et al.*, 2004).

Las lactonas sesquiterpénicas obtenidas de *Parthenium hysterophorus* mostraron actividad antialimentaria en *Spodoptera litura* (Lepidoptera) y *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera) (Datta and Saxena, 2001), además, los extractos de éter de petróleo de esta planta redujeron la vida media y la producción de progenie del áfido *Lipaphis erysimi* (Sohal *et al.*, 2002); *P. hysterophorus* contiene un pseudoguaianolido, la parthenina, también cuatro pseudoguaianolides acetilados, así como coronopilina, tetraneurina A e hysteroona D., la parthenina y otros derivados presentaron efectos citotóxicos en cultivos de varias líneas celulares, como células HeLa (Das *et al.*, 2007).

A partir de frutos inmaduros de *Persea americana* se obtuvieron extractos, fracciones y las siguientes sustancias: 1,2,4-trihidroxinonadecano, 1,2,4-trihidroxihexadec-16-eno y 1,2,4-trihidroxihexadec-16-ino, algunos de los cuales mostraron actividad larvicida en *Aedes aegypti* y citotoxicidad en cultivos de diferentes líneas celulares (Oberlies *et al.*, 1998); el extracto metanólico de semillas de *Persea americana* produjo una mortalidad de 98% en larvas de *Aedes aegypti* (Ramos Casillas *et al.*, 2007) y el dieno (Z,Z)-2-hidroxi-4-oxohexadecano-12,15-dien-1-il acetato (persin) tuvo actividad antifúngica (Carman and Handley, 1999).

De extractos metanólicos de *Pinaropappus roseus* se obtuvieron rhamnagin 3-O-rutinosido, rhamnocitrin 3-O-rutinosido, isorhamnagin 3-O-rutinosido, rutina y kaempferol 3-O-rutinosido, que tuvieron actividad contra radicales libres (Harput *et al.*, 2004).

Los frutos de *Psidium guajava* contienen 4-metoxi-2,5-dimetil-3(2H)-furanona, 4-hidroxi-2,5-dimetil-3(2H)-furanona, 3-sulfanilhexil acetato, 3-sulfanil-1-hexanol, 3-hidroxi-4,5-dimetil-2(5H)-furanona, (Z)-3-hexenal, *trans*-4,5-epoxi-(E)-2-decenal,

cinamil alcohol, etil butanoato, hexanal, metional, acetate de cinamilo, 3-sulfanilhexil acetato, 3-sulfanil-1-hexanol, 2-hidroxi-3-metilpentanoates, 3-sulfanilhexil acetato, 3-sulfanil-1-hexanol, 3-hidroxi-4,5-dimetil-2(5H)-furanona, *trans*-4,5-epoxy-(E)-2-decenal (Steinhaus *et al.*, 2008), algunas de estas sustancias como 4-metoxi-2,5-dimetil-3(2H)-furanona tienen efectos antimicrobianos (Sung *et al.*, 2007). Se obtuvo el perfil aromático de frutos de *P. guajava* rosa con 44 componentes, siendo los mayoritarios 2-metil-1-propanol, butanol, 3-hidroxi-2-butanona, acetal, 3-metil-1-butanol, 2-metil-1-butanol, etil butirato, hexanol y octanol (Jordán *et al.*, 2003). Los extractos de *Psidium guajava* mostraron actividad insecticida en adultos de *Sitophilus granarius* (Coleoptera) (Golob *et al.*, 1999).

Las frondas de *Pteridium aquilinum* var. *arachnoideum* contienen 10.4–61.3 mg de prunasina/g de tejido de planta fresca y el HCN se produce con una velocidad inicial de 0.0048 ± 0.008 $\mu\text{moles/g min}$ (Alonso-Amelot and Oliveros, 2000). Los extractos acuosos y orgánicos de *Pteridium aquilinum* presentaron actividad antibacteriana; en estos extractos se detectó la presencia de taninos, aceites volátiles, glicósidos cardíacos, antraquinonas y glicósidos cianogénicos; se consideró que estas sustancias son las que confieren la actividad antibacteriana observada (Hassan *et al.*, 2007). Los extractos metanólicos de siete especies de plantas, entre ellas *Pteridium aquilinum*, produjeron efectos insecticidas en *Tribolium castaneum* (Herbst) (Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae) (Jbilou *et al.*, 2007). Los resultados obtenidos en estos trabajos fundamentan el uso que tienen estas plantas para controlar plagas en el estado de Hidalgo y contribuyen a comprobar las propiedades plaguicidas que tradicionalmente se les atribuyen.

Se obtuvieron y probaron aceites de varias especies de plantas, entre las que se incluyó *Ricinus communis*, estos aceites presentaron mortalidad en adultos, reducción de la oviposición, mortalidad de huevecillos y reducción de la emergencia de adultos de *Zabrotes subfasciatus* Boheman (Coleoptera: Bruchidae), una plaga de semillas de kenaf, *Hibiscus cannabinus* L. (Malvaceae), que se utilizan en muchos países como

materia prima para obtener pulpa de papel; el tratamiento con aceites no afectó adversamente la germinación de las semillas de kenaf (Haque *et al.*, 2001).

Al igual que en Hidalgo, en Etiopía, el follaje de *Schinus molle* se usa como repelente de mosca doméstica, *Musca domestica* L., los extractos volátiles de las hojas de este árbol, mostraron efectos repelentes y disuasivos de la alimentación de este insecto, los compuestos activos se identificaron como *cis*-menth-2-en-1-ol y *trans*-piperitol (Wimalaratne *et al.*, 1996). La aplicación de extractos de frutos de *S. molle*, redujeron la infestación de *Busseola fusca* en maíz (Assefa and Ferdu, 1999); en otros estudios se comprobó que los extractos de hojas y frutos de *S. molle* tienen efectos repelentes e insecticidas en *Triatoma infestans*, un vector de la enfermedad de Chagas (Ferrero *et al.*, 2006) y causan efecto repelente y mortalidad de 20 a 53% en adultos de *Blattella germanica* (Ferrero *et al.*, 2007b).

En este estudio se determinó que *Tagetes erecta* se siembra entre la milpa para ahuyentar insectos, así se le puede considerar como planta acompañante, otra especie del mismo género que también se utiliza como acompañante es *Tagetes patula*, que de esta forma disuade la oviposición de *Pieris brassicae* (Lepidoptera) en cultivos de col, *Brassica oleraceae* var. *capitata* f. *alba* (Metspalu *et al.*, 2003). Se ha demostrado que *Tagetes erecta* en cultivo reduce en 90% las poblaciones de nematodos del suelo, como *Meloidogyne* spp. (Ijani *et al.*, 2000); los exudados de las raíces de esta planta contienen altas concentraciones de bitienil y α -tertienil, sustancias tóxicas para muchos nematodos parásitos de plantas (Djian-Caporalino *et al.*, 2005), el α -tertienil tiene una vida media de aproximadamente 4 hr y se le considera no residual y seguro para el ambiente (Nivsarkar *et al.*, 2001); Huang *et al.* (2010) observaron que el α -tertienil causó toxicidad tanto en cultivos de células embrionarias de riñón humano 293, como en cultivos de células de insectos Tn-5B1-4 y daño no selectivo al DNA en los dos tipos de cultivo, lo que comprueba la alta eficiencia insecticida del compuesto, pero cuestiona su baja toxicidad en mamíferos; sin embargo, los autores de este trabajo sugieren que la aplicación en el campo del α -tertienil, puede notificarse para asegura su uso racional,

minimizar riesgos ambientales y disminuir su posible bioacumulación en organismos no blanco; otra posibilidad es modificar la estructura del compuesto para optimizar su eficiencia, así como su selectividad y asegurar que sea un plaguicida amigable al ambiente. Una alternativa frente a la rotación de cultivos con *T. erecta* o la siembra de esta planta intercalada, es la aplicación de extractos acuosos del follaje de esta especie de *Tagetes*, pues este extracto redujo la presencia del nematodo *Meloidogyne incognita*, en cultivos de jitomate, *Lycopersicon esculentum* (Natarajan *et al.*, 2006).

Tagetes lucida es utilizada en otras partes de México se emplea para remover garrapatas (Neher, 1968). De *T. lucida*, cultivada en Costa Rica, se identificaron estragol (95-97%) y dos componentes minoritarios, los tiofenos acetilénicos: 5'-metil-5-(3-buten-1-inil)-2,2'-bitienil (2) y 5-(3-penten-1-inil)-2,2'-bitienil (Ciccio, 2005).

El extracto acuoso de *Tecoma stans* estimuló la captura de glucosa de adipocitos murinos y humanos, sensibles y resistentes a insulina, en el extracto se detectó la presencia de fenoles, flavonoides y alcaloides (Alonso-Castro *et al.*, 2010), uno de estos alcaloides es tecomina (Costantino *et al.*, 2003 citados en Alonso-Castro *et al.*, 2010).

El fruto seco pulverizado de *Trichilia havanensis* incorporado en la dieta de larvas de *Spodoptera littoralis* indujo una reducción significativa del peso de las larvas y un retraso en su desarrollo (López-Olguin *et al.*, 1997).

Diez de las especies de plantas de uso plaguicida en Hidalgo están incluidas en alguna categoría de riesgo (Tabla 3). *Cyathea fulva* se clasifica como sujeta a protección especial en la Norma Oficial Mexicana (NOM 059), lo mismo que *Cupressus lusitanica*, la que además está en la categoría de riesgo bajo de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2009). *Juniperus deppeana*, *Juniperus flaccida*, *Liquidambar styraciflua*, *Prosopis laevigata* y *Pinus patula* se encuentran en esta misma categoría de riesgo bajo. *Persea schiedeana* y *Cedrela odorata* se clasifican como vulnerables (UICN, 2009); *Pinus*

greggii se clasifica como próxima a estar amenazada (UICN, 2009), esta es una especie endémica del este de México, se distribuye en poblaciones aisladas a lo largo de la Sierra Madre Oriental, que se encuentran en proceso de alteración por causas antropogénicas, por lo que se requiere de medidas de conservación adicionales. Así, la Cooperativa de Recursos Genéticos de México y América Central (CAMCORE) la ha incluido en programas de preservación genética *ex situ* con alta prioridad (Musálem y Martínez Cantera, 2003; Ramírez-Herrera *et al.*, 2005). El hecho de que estas plantas se utilicen para el control de plagas y que se incluyan en alguna categoría de riesgo, son argumentos para destacar su importancia y poder considerarlas como posibles temas de investigación.

Al analizar los datos se determinó que para controlar plagas en el estado de Hidalgo se utilizan especies de plantas de varias familias y géneros (Tablas 1 y 2), todas las partes de las plantas (Figura 2) y también todas las formas de vida (Figura 3); además, que las plantas se obtienen de siete de los ocho tipos de vegetación de Hidalgo, así como de hábitats alterados y de cultivos (Figura 4). Esto se puede interpretar como una expresión de lo que Toledo *et al.* (2003) consideran una estrategia de uso múltiple del universo vegetal.

También se puede inferir que el uso plaguicida de las plantas es muy específico; esto se observa especialmente en el caso de especies como *Xanthosoma robustum* y *Calea urticifolia*, en las que la preparación de los productos plaguicidas se hace en medio alcalino, lo que sugiere que los principios activos de estas especies podrían ser alcaloides. Otro ejemplo son los cebos envenenados con flores de *Lonchocarpus hermannii* para el control de ratones y la fumigación de tejados con nidos de golondrinas infestados con chahuistles con el humo de astillas de *Liquidambar styraciflua*. Esto permite suponer que los habitantes del estado de Hidalgo poseen una gama de conocimientos de la flora local, la cual aprovechan ampliamente con procedimientos y técnicas frecuentemente novedosos para la resolución de los problemas que plantean un amplio número de plagas. Se consideró que es pertinente estudiar estos procesos

culturales para contribuir a preservar el conocimiento tradicional asociado y, de ser posible, aprovechar estas experiencias colectivas para orientar la búsqueda de alternativas para la resolución de los problemas ambientales y de salud relacionados con los plaguicidas sintéticos. Además, se puede considerar que el conocimiento tradicional acerca del uso y manejo de estas plantas como plaguicidas, tiene fundamentos químicos y farmacológicos, representados por los compuestos secundarios contenidos en los extractos vegetales y por la actividad insecticida que éstos presentan. Por todas estas razones, se puede afirmar que en las plantas del estado de Hidalgo y en el conocimiento tradicional que poseen los habitantes de esta entidad acerca de su uso, se pueden encontrar soluciones a los problemas ambientales, económicos y de salud provocados por las plagas y por los métodos de control predominantes, basados en la aplicación de plaguicidas sintéticos.

Este tema, del uso tradicional de las plantas como plaguicidas, por sus alcances y características, puede configurar una Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento multidisciplinaria, con conocimientos, conceptos y métodos de etnobotánica, botánica, ecología química, antropología, farmacología, química orgánica, productos naturales y ciencias ambientales, entre otras disciplinas; con actividades de investigación (identificación de principios activos, plantas con compuestos de interés, de especies de plantas en riesgo, especies de sitios prioritarios,...); docencia (con cursos de licenciatura y posgrado acerca del tema, incluyendo antimicrobianos vegetales) y de extensión (con proyectos de conservación, desarrollo de productos plaguicidas de origen vegetal, cursos, talleres y asesorías).

7. CONCLUSIONES

1. En el estado de Hidalgo existe una fuerte dependencia de la flora local para el control de plagas. Esto se refleja en el elevado número de especies de plantas empleadas como plaguicidas (124 especies), cuyo uso se efectúa en un esquema de uso múltiple del entorno vegetal, principalmente de las comunidades vegetales primarias, y dado que esta es una práctica que se distribuye ampliamente en el territorio estatal, se puede afirmar que este uso tradicional de la flora es una característica cultural distintiva de Hidalgo.
2. Los municipios de Hidalgo, en los que se emplea un mayor número de especies de plantas para combatir plagas, son San Bartolo Tutotepec, Actopan y Huejutla, ubicados en las tres zonas indígenas del estado.
3. Las especies de plantas prioritaria para realizar investigación etnobotánica, fitoquímica y farmacológica, son, en primer lugar, *Trichilia havanensis* seguida de *Schinus molle*, pues se clasificaron entre las de mayor importancia para la región y con actividad insecticida elevada; enseguida están *Psidium guajava*, *Nicotiana tabacum*, *Tagetes erecta*, *Mentha rotundifolia*, *Ipomoea stans*, *Tagetes lucida* y *Parthenium hysterophorus*, incluidas en la lista de especies de mayor importancia; luego se encuentran *Barkleyanthus salicifolius*, *Erythrina americana*, *Decatropis bicolor*, *Persea schiedeana*, *Croton pulcher*, *Yucca filifera*, *Senecio sanguisorbae*, *Euphorbia furcillata* y *Plumbago pulchella*, ubicadas en el grupo de las especies más activas.
4. El manejo de estas plantas se hace con técnicas específicas, con frecuencia novedosas y muy especializadas, en donde se emplea un número elevado de productos plaguicidas, como infusiones, humo y otros más, mayor que el de los productos sintéticos comerciales disponibles en el estado para el control de plagas. El uso de los productos vegetales plaguicidas se puede considerar más seguro para la gente y para el ambiente, pues la mayoría de las 124 especies de plantas registradas como plaguicidas, son además

consumidas como medicinales (97 especies) y comestibles (35). Se recomienda manejar con cuidado las plantas tóxicas que se aplican en el combate a determinadas plagas.

5. La mayoría de los extractos vegetales probados presentaron actividad insecticida; 22 extractos, de los 32 ensayados, inhibieron en 50% o más la alimentación de *Sitophilus zeamais* y trece produjeron mortalidad en este insecto, igual o superior al 40%.

6. Se demostró que el principio activo de *Plumbago pulchella* es la plumbagina, compuesto secundario que inhibió la alimentación de *Sitophilus zeamais* y causó mortalidad en este insecto.

7. Los resultados contribuyen a confirmar las propiedades plaguicidas que los habitantes del estado de Hidalgo atribuyen a estas plantas, ayudan a validar experimentalmente su eficacia y constituyen una evidencia de que el conocimiento tradicional asociado cuenta con bases químicas, representadas por los compuestos secundarios contenidos en estas especies, y farmacológicas, que se refieren a la actividad insecticida de estos componentes. Además, estas plantas se revelan como alternativas eficaces para el control de este insecto, que es la plaga principal del maíz almacenado.

8. LITERATURA CITADA

Adams, R.P., McDaniels, C.A. and Carter, F.L. 1988. Termiticidal activities in the heartwood, bark/sapwood and leaves of *Juniperus* species from the United States. *Biochemical Systematics and Ecology* 16(5): 453-456.

Adedire, C.O. and Akinkulore, R.O. 2005. Bioactivity of four plant extracts on coleopterous pests of stored cereals and grain legumes in Nigeria. *Zoological Research* 26(3): 243-249.

Aguilar, M.I., Giral, F. and Espejo, O. 1981. Alkaloids from the flowers of *Erythrina americana*. *Phytochemistry* 20(8): 2061-2062.

Akob, C.A. and Ewete, F.K. 2007. The efficacy of ashes of four locally used plant materials against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in Cameroon. *International Journal of Tropical Insect Science* 27(1): 21–26.

Alexiades, M.N. (Ed.). 1996. Selected guidelines for ethnobotanical research: A field manual. The New York Botanical Garden, New York, 306 pp.

Alonso-Amelot, M.E. and Oliveros, A. 2000. A method for the practical quantification and kinetic evaluation of cyanogenesis in plant material. Application to *Pteridium aquilinum* and *Passiflora capsularis*. *Phytochemical Analysis* 11: 309–316.

Alonso Amelot, M.E., Avendaño, M., Aubert, L. and Jorge Luis Avila. 2003. Repellency and feeding deterrence activity of *Ageratum conyzoides* against the stored grain pests *Tribolium castaneum* and *Sitophilus oryzae*. Active plant parts and composition. *Ciencia* 11(1): 61-76.

Alonso-Castro, A.J., Zapata-Bustos, R., Romo-Yañez, J., Camarillo-Ledesma, P., Gómez-Sánchez, M. and Salazar-Olivo, L.A. 2010. The antidiabetic plants *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth (Bignoniaceae) and *Teucrium cubense* Jacq (Lamiaceae) induce the

incorporation of glucose in insulin-sensitive and insulin-resistant murine and human adipocytes. *Journal of Ethnopharmacology* 127: 1-6.

Alves, T.M.A., Silva, A.F., Brandão, M., Grandi, T.S.M., Smânia, E. F.A., Smânia, A. and Zani, C.L. 2000. Biological screening of brazilian medicinal plants. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 95(3): 367-373.

Anaya, A.L., Mata, R., Sims, J.J., González-Coloma, A., Cruz-Ortega, R., Guadaño, A., Hernández-Bautista, B.E., Midland, S.L., Ríos, G. and Gómez-Pompa, A. 2003. Allelochemical potential of *Callicarpa acuminata*. *Journal of Chemical Ecology* 29(12): 2761-2776.

Arata, A.A. 1984. El uso de plaguicidas en la agricultura y la salud pública. El punto de vista de la ecología humana. *Folia Entomológica Mexicana* 59: 139-185.

Araújo, A, Ferreira, L.F., Guidon, N., Serra-Freire, N.M., Reinhard, K. and Dittamar, K. 2000. Ten thousand years of head lice infection. *Parasitology Today* 16: 269.

Arnason, J.T., Guillet, G. and Durst, T. 2004. Phytochemical diversity of insect defenses in tropical and temperate plant families. In: Cardé, R.T. and Millar, J.G. (Eds.). *Advances in insect chemical ecology*. Cambridge University Press. Cambridge. p. 1-20.

Arnason, J.T., Philogéne, B.J.R. and Morand, P. 1989. *Insecticides of plant origin*. American Chemical Society. Washington. 213 pp.

Assefa, G.A. and Ferdu, A. 1999. Insecticidal activity of chinaberry, endod and pepper tree against the maize stalk borer (Lepidoptera: Noctuidae) in southern Ethiopia. *International Journal of Pest Management* 45(1): 9-13.

Azerefegne, F. Kitaw, D. and Asayehagne, B. 2001. Major insect pests of maize and their management: a review. *Second National Maize Workshop of Ethiopia*. p. 89-96.

Balandrin, M.F., Klocke, J.A., Wurtele, E.S. and Bollinger, W.H. 1985. Natural plant chemicals: sources of industrial and medicinal materials. *Science* 218: 1154-1160.

Berenbaum, M. 1988. Postingestive effects of phytochemicals on insects: Paracelsus and plant products. In: Miller, J.R. and Miller, T.A. (Eds.). *Insect-plant interactions*. Springer-Verlag. New York. p. 121-153.

Berenbaum, M. 1989. North American ethnobotanicals as sources of novel plant-based insecticides. In: Arnason, J.T., Philogéne, B.J.R. and Morand, P. (Eds.). *Insecticides of plant origin*. American Chemical Society. Washington p. 11-24.

Betancur-Galvis, L.A., G.E. Morales, J.E. Forero and J. Roldan. 2002. Cytotoxic and antiviral activities of Colombian medicinal plant extracts of *Euphorbia* genus. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 97(4):541-546.

Bisset, A.J. 2002. Uso correcto de insecticidas: control de la resistencia. *Revista Cubana de Medicina Tropical* 54(3): 202-219.

Bouda, H., Tapondjou, L.A., Fontem, D.A. and Gumedzoe, M.Y. 2001. Effect of essential oils from leaves of *Ageratum conyzoides*, *Lantana camara* and *Chromolaena odorata* on the mortality of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera, Curculionidae). *Journal of Stored Products Research* 37(2):103-109.

Brogdon, G.W. and McAllister, J.C. 1998. Insecticide resistance and vector control. *Emerging Infectious Diseases* 4(4): 605-613.

Calisher, C.H. 2005. Persistent emergence of dengue. *Emerging Infectious Diseases* 11(5): 738-739.

Cantrell, C.L., Klun, J.A., Bryson, C.T., Kobaisy, M. and Duke, S.O. 2005. Isolation and identification of mosquito bite deterrent terpenoids from leaves of american (*Callicarpa americana*) and japanese (*Callicarpa japonica*) beautyberry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53(15): 5948-5953.

Cárdenas-Ortega, N.C., Pérez-Gutiérrez, S., Zavala-Sánchez, M.A., Pérez-González, C., and Aguirre, R.J.R. 2005. Actividad antifúngica de cinco plantas sobre *Aspergillus flavus*. Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas 34: 124-126.

Cárdenas-Ortega, N.C., Pérez-González, C., Zavala-Sánchez, M.A., Hernández-Ramírez A.B. and Pérez-Gutiérrez, S. 2007. Antifungal activity of seselin in protecting stored maize from *Aspergillus flavus*. Asian Journal of Plant Science 6 (4): 712-714.

Carman, R.M. and Handley, P.N. 1999. Antifungal diene in leaves of various avocado cultivars. Phytochemistry 50(8): 1329-1331.

Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. CONABIO. UNAM. Sierra Madre. México, D.F. 847 pp.

Chiasson, H., Bélanger, A., Bostanian, N., Vincent, Ch. and Poliquin, A. 2001. Acaricidal properties of *Artemisia absinthium* and *Tanacetum vulgare* (Asteraceae) essential oils obtained by three methods of extraction. Journal of Economic Entomology 94 (1): 167-171.

Chitwood, D.J. 2002. Phytochemical based strategies for nematode control. Annual Review of Phytopathology 40: 221–249.

Ciccio, J.F. 2005. A source of almost pure methyl chavicol: volatile oil from the aerial parts of *Tagetes lucida* (Asteraceae) cultivated in Costa Rica. Revista de Biología Tropical 52(4): 853-857.

CICP, 1998. Indigenous crop protection practices in Sub-Saharan east Africa, their status and significance relative to small farmer IPM programs in developing countries. Consortium for International Crop Protection. Ghana. 12 pp.

Clark, L. and Mason, J.R. 1988. Effect of biologically active plants used as nest material and the derived benefit to starling nestlings. Oecologia 77:174-180.

Clayton, D.H. and Vernon, J.G. 1993. Common Grackle anting with lime fruit and its effect on ectoparasites. *The Auk* 110(4): 951-952.

Clemente, S., Mareggiani, G., Broussalis, A., Martino, V. and Ferraro, G. 2003. Insecticidal effects of Lamiaceae species against stored products insects. *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas* 29: 1-8.

Cooper, R., Solomon, P.H., Kubo, I., Nakanish, K., Sboolery, J.N. and Occolowitz, J.L.. 1980. Myricoside, an African Armyworm antifeedant separation by droplet countercurrent chromatography. *Journal of the American Chemical Society* 102, 7953-7956.

Costantino, L., Raimondi, L., Pirisino, R., Brunetti, T., Pessotto, P., Giannessi, F., Lins, A.P., Barlocco, D., Antolini, L. and El-Abady, S.A. 2003. Isolation and pharmacological activities of the *Tecoma stans* alkaloids. *Il Farmaco* 58, 781-785.

Cruz-Reyes y Pickering-López, J.M. 2006. Chagas disease in Mexico: an analysis of geographical distribution during the past 76 years - A Review. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 101(4): 345-354.

Cuñat, P., Primo, E., Sanz, I., Garcerá, M.D., March, M.C., Bowers, W.S. and Martínez-Pardo, R. 1990. Biocidal activity of some Spanish Mediterranean plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 38(2): 497-500.

Daniel, T.F. y Acosta Castellanos, S. 2003. Familia Acanthaceae. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fascículo 117. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México. 173 pp.

Das, B., Reddy, V.S., Krishnaiah, M., Sharma, A.V.S., K. Ravi Kumar, K.R., Rao, J.V. and Sridhar, V. 2007. Acetylated pseudoguaianolides from *Parthenium hysterophorus* and their cytotoxic activity. *Phytochemistry* 68: 2029-2034.

Datta, S. and Saxena, D.B. 2001. Pesticidal properties of parthenin (from *Parthenium hysterophorus*) and related compounds. *Pest Management Science* 57(1): 95-101.

Del Amo, S. 1979. Plantas medicinales del estado de Veracruz. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa. 279 pp.

Dharmashaktu, N.S., Prabhakaran, P.K. and Menon, P.K. 1987. Laboratory study on the mosquito larvicidal properties of leaf and seed extract of the plant *Agave americana*. *Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 90(2): 79-82.

Dittmar, K., Mamat, U., Whiting, M., Goldmann, T, Reinhard, K. and Guillen, S. 2003. Techniques of DNA-studies on Prehispanic ectoparasites (*Pulex* sp., Pulicidae, Siphonaptera) from animal mummies of the Chiribaya Culture, Southern Peru. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 98 (Supl. I): 53-58.

Djian-Caporalino, C., Bourdy, G. and Cayrol, J.C. 2005. Nematicidal and nematode-resistant plants. In: Regnault-Roger, C., Philogène, B.J.R. and Vincent, Ch. (Eds.). *Biopesticides of plant origin*. Intercept. Paris. p. 173-224.

Domínguez, X.A. 1979. Métodos de investigación fitoquímica. Limusa. México. 281 pp.

Dominguez, X.A., Butruille, D. and Wapinsky, J. 1971. Les alcaloïdes principaux de *Decatropis bicolor*. *Phytochemistry* 10: 2554-2555.

Duke, S.O. 1990. Natural pesticides from plants. In: Janick, J. and J.E. Simon (Eds.). *Advances in new crops*. Timber Press. Portland. p. 511-517.

Endersby, N.M. and Morgan, W.C. 1991. Alternatives to synthetic chemical insecticides for use in crucifer crops. *Biological Agriculture and Horticulture* 8: 33-52.

Estrada, J. y López, M.T. 1997. Los bioplaguicidas en la agricultura sostenible cubana. *Agroecología y Desarrollo* 11/12: 14-17.

- Ewing, H.E. 1924. Lice from human mummies. *Science* 60: 389-390.
- Facey, P.C., Porter, R.B.R., Reese, P.B. and Williams, L.A.D. 2005. Biological activity and chemical composition of the essential oil from Jamaican *Hyptis verticillata* Jacq. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53(12): 4774-4777.
- FAO. 2003. Summary of food and agricultural statistics. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 110 pp.
- FAO. 2009. <http://www.rlc.fao.org/es/prioridades/transfron/miasis/>
- FAO/OMS. 2004. Manual sobre elaboración y empleo de las especificaciones de la FAO y de la OMS para plaguicidas. 173. Organización Mundial de la Salud y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 271 pp.
- Fauci, S.A. 1998. New and Reemerging Diseases: The importance of biomedical research. *Emerging Infectious Diseases* 4(3):374-378.
- Ferrero, A., Werdin González, J.O. and Sánchez Chopa, C. 2006. Biological activity of *Schinus molle* on *Triatoma infestans*. *Fitoterapia* 77(5):381-383.
- Ferrero, A., Minetti, A. y Zanetti, N. 2007a. Acute and subacute toxicity evaluation of ethanolic extract from fruits of *Schinus molle* in rats. *Journal of Ethnopharmacology* 113(3): 441-447.
- Ferrero, A., Sánchez Chopa, C., Werdin González, J.O. and Alzogaray, R.A. 2007b. Repellence and toxicity of *Schinus molle* extracts on *Blattella germanica*. *Fitoterapia* 78: 311-314.
- Franzios, G., Mirotsoy, M., Hatziaepostolou, E., Kral, J., Scouras, Z.G. and Mavragani-Tsipidou, P. 1997. Insecticidal and genotoxic activities of mint essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45(7): 2690-2694.

Fukuda, Y., Yamada, T., Wada, S., Sakai, K., Matsunaga, S. and Tanaka, R. 2006. Lupane and Oleanane Triterpenoids from the cones of *Liquidamber styraciflua*. Journal of Natural Products 69(1): 142-144.

Gahukar, R.T. 2010. Role and perspective of phytochemicals in pest management in India. Current Science 98(7): 897-899.

García-Argáez, A.N., Ramírez Apan, T.O., Parra Delgado, H., Velázquez, G. and Martínez-Vázquez, M. 2000. Anti-inflammatory activity of coumarins from *Decatropis bicolor* on TPA ear mice model. Planta Medica 66: 279-281.

García-Mateos, R., Pérez-Pacheco, R., Rodríguez-Hernández, C. y Soto-Hernández, M. 2004. Toxicidad de alcaloides de *Erythrina americana* en larvas de mosquito *Culex quinquefasciatus*. Revista de Fitotecnia México 27(4): 297-303.

Gately, I. 2002. Tobacco: a cultural history of how an exotic plant seduced civilization. Grove Press. Washington. 403 pp.

Gentry, H.S. 1982. Agaves of continental North America. The University of Arizona Press. Tucson. 670 pp.

Golob, P. and Webly, D.J. 1980. The use of plants and minerals as traditional protectants of stored products. G138. Natural Resources Institute. Kent.

Golob, P., Moss, C., Dales, M., Fidgen, A., Evans, J. and Gudrups, I. 1999. The use of spices and medicinals as bioactive protectants for grains. FAO Agricultural Services Bulletin No 137. Rome. 197 pp.

Guerra, P.C., Molina, I.Y., Yabar, E. and Gianoli, E. 2007. Oviposition deterrence of shoots and essential oils of *Minthostachys* spp. (Lamiaceae) against the potato tuber moth. Journal of Applied Entomology 131(2): 134-138.

Guerra, R.M.S.N.C., Gazêta, G.S., Amorim, M., Duarte, A.N. and Serra-Freire, N.M. 2003. Ecological analysis of acari recovered from coprolites from archaeological site of Northeast Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 98 (Suppl. I): 181-190.

Gujar, G.T. and Mehrotra, K.N. 1988. Toxicity morphogenetic effects of plumbagin on *Dysdercus koenigii* F. (Het.: Pyrrhocoridae). *Journal of Applied Entomology* 105: 466-470.

Guzmán Bracho, C., García, L., Floriani Verdugo, J., Guerrero Martínez, C., Torres Cosme, M., Ramírez Melgar, C. y Velasco Castrejón, O. 1998. Riesgo de transmisión de *Trypanosoma cruzi* por transfusión de sangre en México. *Revista Panamericana de Salud Pública* 4(2): 94-99.

Han, M.K., Kim, S.I. and Ahn, Y.J. 2006. Insecticidal and antifeedant activities of medicinal plant extracts against *Attagenus unicolor japonicus* (Coleoptera: Dermestidae). *Journal of Stored Products Research* 42 (1): 15-22.

Haque, A. K. M., Hasina Banu, F., Islam, N., Abdul Alim, M. and Nasreen, A. 2001. Pesticidal efficacy of some indigenous plant oils against the Mexican Bean Weevil, *Zabrotes subfasciatus*. Boheman. (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Biological Sciences* 1 (11): 1034-1039.

Harborne, J.B. 1980. *Phytochemical methods*. Chapman and Hall. London. 278 pp.

Harput, Ü.Ş., Saracoğlu, I. and Ogihara, Y. 2004. Methoxyflavonoids from *Pinaropappus roseus*. *Turkish Journal of Chemistry* 28: 761-766.

Hartmann, T. 2007. From waste products to ecochemicals: Fifty years research of plant secondary metabolism. *Phytochemistry* 68: 2831–2846.

Hassan, S.W., Umar, R.A., Dabai, Y.U., Ebbo, A.A. and Faruk, U.Z. 2007. Antibacterial, phytochemical and toxicity studies of *Pteridium aquilinum* L. (Dennstaedtiaceae) in rabbits. *Journal of Pharmacology and Toxicology* 2(2): 168-175.

Hassanali, A. and Lwande, W. 1989. Antipest secondary metabolites from African plants. In: Arnason, J.T., Philogéne, B.J.R. and Morand, P. (Eds.). *Insecticides of plant origin*. American Chemical Society. Washington p.78-94.

Hernández Sandoval, L., González Romo, C. y González Medrano, F. 1991. Plantas útiles de Tamaulipas, México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica* 62(1):1-38.

Herrera, C.M. and Pellmyr, O. 2002. *Plant-animal interactions. An evolutionary approach*. Blackwell Science. Oxford. 313 pp.

Hostettmann, K. and A. Marston. 1987. Plants used in African traditional medicine. In: Steiner, R.P. (Ed.). *Folk medicine. The art and the science*. American Chemical Society. Washington. p. 111-124.

Huang, Q., Liu, Y., Zhan, T., Deng, Y. and He, Y. 2010. Comparable susceptibilities of human 293 cells and insect Tn-5B1-4 cells to photoactivated α -terthienyl. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58(5): 2637–2642.

Iannacone, J., Ayala, H. y Román, A. 2005. Efectos toxicológicos de cuatro plantas sobre el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* Motschulsky 1855 (Coleoptera:Curculionidae) y sobre el gorgojo de las galletas *Stegobium paniceum* (Linnaeus 1761) (Coleoptera: Anobiidae) en Peru. *Gayana* 69(2): 234-240.

Ibañez-Bernal, S. 1993. Los mosquitos del estado de Hidalgo, México, (Diptera: Culicidae). En: Villavicencio Nieto, M.A., Marmolejo, Y. y Pérez Escandón, B.E. (Eds.). *Investigaciones recientes sobre flora y fauna de Hidalgo, México*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca. p. 232-337.

Ijani, A.S.M., Mabagala, R.B. and Nchimbi-Msolla, S. 2000. Efficacy of different control methods applied separately and in combination in managing root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in common beans. *European Journal of Plant Pathology* 106(1): 1-10.

INEGI. 1992. Síntesis geográfica del estado de Hidalgo. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F. 134 pp.

INEGI. 2007. Anuario estadístico. Hidalgo. Tomos I, II. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes. 1156 pp.

Isikber, A.A., Alma, M.H, Kanat, M., Karci, A. 2006. Fumigant toxicity of essential oils from *Laurus nobilis* and *Rosmarinus officinalis* against all life stages of *Tribolium confusum*. *Phytoparasitica* 34(2): 167-177.

Isman, M.B. 1989. Toxicity and fate of acetylchromenes in pest insects. In: Arnason, J.T., Philogéne, B.J.R. and Morand, P. (Eds.). *Insecticides of plant origin*. American Chemical Society. Washington p. 44-58.

Isman, M.B. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection* 19: 603-608.

Isman, M.B. 2001. Biopesticides based on phytochemicals. In: Koul, O. and Dhaliwal, G.S. (Eds.). *Phytochemical biopesticides*. Harwood Academic Publishers. Amsterdam. p. 1-11.

Isman, M.B. 2005. Tropical forests as sources of natural insecticides. In: Arnason, J.T., Abou-Zaid, M. and Romeo, J.T. (Eds.). *Chemical Ecology and Phytochemistry of Forests and Forest Ecosystems*. *Recent Advances in Phytochemistry* 39: 145-161.

Isman, M.B. 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology* 51: 45–66.

Isman, M.B. and Akhtar, Y. 2007. Plant natural products as a source for developing environmentally acceptable insecticides. In: Ishaaya, I., Nauen, R. and Horowitz, A.R. (Eds.). *Insecticides design using advanced technologies*. Springer-Verlag, Berlin. p. 235–248.

Jacobson, M. 1989. Botanical pesticides. Past, present and future. In: Arnason, J.T., Philogéne, B.J.R. and Morand, P. (Eds.). *Insecticides of plant origin*. American Chemical Society, Washington p. 1-10.

Jaenson, T.G.T., Pålsson, K. and Borg-Karlson, A.-K. 2005. Evaluation of extracts and oils of tick-repellent plants from Sweden. *Medical and Veterinary Entomology* 19: 345–352.

Jbilou, R., Ennabili, A. and Sayah, F. 2006. Insecticidal activity of four medicinal plant extracts against *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *African Journal of Biotechnology* 5(10): 936-940.

Jbilou, R., Amri, H., Bouayad, N., Ghailani, N., Ennabili, A. and Sayah, F. 2007. Insecticidal effects of extracts of seven plant species on larval development, alpha-amylase activity and offspring production of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae). *Bioresource Technology* 99(5):959-964.

Jordán, M.J., Margaría, C.A., Shaw, P.E. and Goodner, K.L. 2003. Volatile components and aroma active compounds in aqueous essence and fresh pink guava fruit puree (*Psidium guajava* L.) by GC-MS and multidimensional GC/GC-O. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51(5): 1421-1426.

Josephraj Kumar, A., Subrahmanyam, B. and Srinivasan, B. 1999. Plumbagin and azadirachtin deplete hemolymph ecdysteroid levels and alter the activity profiles of two lysosomal enzymes in the fat body of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *European Journal of Entomology* 96: 347-353.

Judd, W.S., Campell, Ch.S., Kellogg, E.A. and Stevens, P.F. 1999. *Plant systematics. A phylogenetic approach*. Sinauer Associates. Sunderland. 464 pp.

Kaaya, G.P. 2000 The potential for antitick plants as components of an integrated tick control strategy. *Annals New York Academy of Sciences* 916: 576-582.

Kamal, G.M., Gunaherath, B., Gunatilaka, A.A., Uvais, M., Sultambawa, S. and Balasubramaniam, S. 1983. 1,2(3)-tetrahydro-3',-biplumbagin: a naphthalenone and other constituents from *Plumbago zeylanica*. *Phytochemistry* 22(5): 1245-1247.

Kanakarathne, N., Wahala, W.M.P.B., Messer, W.B., Tissera, H.A., Shahani, A., Abeysinghe, N., de Silva, A.M. and Gunasekera, M. 2009. Severe dengue epidemics in Sri Lanka, 2003–2006. *Emerging Infectious Diseases* 15(2): 192-199.

Karpouhtsis, I., Pardali, E., Feggou, E., Kokkini, S., Scouras, Z.G. and Mavragani-Tsipidou, P. 1998. Insecticidal and genotoxic activities of oregano essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46(3): 1111-1115.

Karunamoorthi, K., Mulelam, A. and Wassie, F. 2009. Assessment of knowledge and usage custom of traditional insect/mosquito repellent plants in Addis Zemen Town, South Gonder, NorthWestern Ethiopia. *Journal of Ethnopharmacology* 121: 49-53.

Ketoh, G.K., Koumaglo, H.K., Glitho, I.A., Auger, J. and Huignard, J. 2005. Essential oils residual effects on *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera:Bruchidae) survival and female reproduction and cowpea seed germination. *International Journal of Tropical Insect Science* 25(2): 129–133.

- Kim, D-H., Kim, S-I., Chang, K-S. and Ahn, Y.J. 2002. Repellent activity of constituents identified in *Foeniculum vulgare* fruit against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50(24): 6993-6996.
- Kincl, F.A. y Rosenkranz, J. 1956. El aislamiento de la plumbagina de *Plumbago pulchella* Boiss. *Ciencia* 16(1-3): 10.
- Koona, P. and Dorn, S. 2005. Extracts from *Tephrosia vogelii* for the protection of stored legume seeds against damage by three bruchid species. *Annals of Applied Biology* 147: 43-48.
- Kouninki, H., Hance, T., Noudjou, F.A., Lognay, G., Malaisse, F., Ngassoum, M.B., Mapongmetsem, P.M., Ngamo, L.S.T. and Haubruge, E. 2007. Toxicity of some terpenoids of essential oils of *Xylopiya aethiopica* from Cameroon against *Sitophilus zeamais* Motschulsky. *Journal of Applied Entomology* 131(4): 269-274.
- Kubo, I., Taniguichi, M., Chapya, A. and Tsulimoto, A. 1980. An insect antifeedant and antimicrobial agent from *Plumbagocapensis*. *Planta Medica* 185-187.
- Kubo, I., Uchida, M. and Klocke, J.A. 1983. An insect ecdysis inhibitor from the African medicinal plant, *Plumbago capensis* (Plumbaginaceae) a naturally occurring chitin synthetase inhibitor. *Agricultural Biological Chemistry* 47: 911-913.
- Lagunes, A. 1984. Empleo de sustancias vegetales contra plagas del maíz como una alternativa al uso de insecticidas en áreas de temporal. Informe del Proyecto Cooperativo PROAF- CONACyT- PCAFBNA- 001299 CONACyT-CP-UACH-INIA-DGSV, Chapingo, México. 162 pp.
- Lagunes, A., Arenas, L. y Rodríguez, H.C. 1987. Extractos acuosos y polvos vegetales con propiedades insecticidas. Colegio de Posgraduados, Chapingo, México. 203 pp.
- León, I., Enríquez, R.G., Gnecco, D., Villarreal, M.L., Cortés, D.A., Reynolds, W.F. and Yu, M. 2004. Isolation and characterization of five new tetrasaccharide glycosides

from the roots of *Ipomoea stans* and their cytotoxic activity. *Journal of Natural Products* 67(9): 1552-1556.

Lewis, A.C. and van Emden, H.F. 1988. Assays for insect feeding. In: Miller, J.R. and Miller, T.A. (Eds.). *Insect-plant interactions*. Springer-Verlag. New York. p. 95-119.

Lina García, L.P. 2006. Establecimiento de cultivos *in vitro* de *Ipomoea intrapilosa* en luz y oscuridad para la producción de sustancias con actividad insecticida contra *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae), plaga de interés agrícola. Tesis de Maestría en Ciencias en desarrollo de productos bióticos. Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, Instituto Politécnico Nacional. Yautepec. 73 pp.

Lira Saade, R. 2001. Familia Cucurbitaceae. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fascículo 92. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México.

Little T. M. y Hills, F.J. 1983. Métodos estadísticos para la Investigación en la Agricultura. Trillas. México. 270 pp.

Liu, S., Zhu, H., Zhang, S., Zhang, X., Yu, Q. and Xuan, L. 2008. Abietane diterpenoids from *Clerodendrum bungei*. *Journal of Natural Products* 71 (5): 755–759.

López-Olguín, J.F., Budia, F., Castañera, P. y Viñuela, E. 1997. Actividad de *Trichilia havanensis* Jacq. (Meliaceae) sobre larvas de *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae). *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas* 23: 3-10.

López-Pérez, E., Rodríguez-Hernández, C., Ortega-Arenas, L.D. y Garza-García, R. 2007. Actividad biológica de la raíz de *Senecio salignus* contra *Zabrotes subfasciatus* en frijol almacenado. *Agrociencia* 41: 95-102.

Lorenzo, D., Paz, D., Dellacassa, E., Davies, P., Vila, R. and Cañigüeral, S. 2002. Essential oils of *Mentha pulegium* and *Mentha rotundifolia* from Uruguay. Brazilian Archives of Biology and Technology 45(4): 519-524.

Lozano, G.A. 1998. Parasitic stress and self-medication in wild animals. Advances in the Study of Behavior 27: 291-317.

Macêdo, M.E., Consoli, R., Grandi, T., dos Anjos, A., de Oliveira, A.B., Mendes, N.M., Queiróz, R.O. and Zani, C.L. 1997. Screening of Asteraceae (Compositae) plant extracts for larvicidal activity against *Aedes fluviatilis* (Diptera: Culicidae). Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 92(4): 565-570.

Maia, B.H.L.N.S., Pula, J.R. de., Sant'Ana, J., Silva, M.F.G.F., Fernandes, J.B., Vieira, P.C., Costa, M.S.S., Ohashi, O.S. and José Natalino M. Silva. 2000. Essential oils of *Toona* and *Cedrela* species (Meliaceae): taxonomic and ecological implications. Journal of Brazilian Chemical Society 11(6): 629-639.

Maniafu, B.M., Lwande Wilber, L., Isaiah O Ndiege, L.I., Wanjala, C.C. and Teresa Ayuko Akenga, T.A. 2009. Larvicidal activity of extracts from three *Plumbago* spp against *Anopheles gambiae*. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 104(6): 813-817.

Martin de la Guardia, A., González Morera, T.A., Marrero Terrero, A.A., Milián Hernández, V., Campaña Castellanos, H. y Iglesias Rodríguez, G. 2003. Obtención de un extracto plaguicida de *Gliricidia sepium* (Jaq.) Steud bajo la irradiación con microondas. Revista Cubana de Plantas Medicinales 8(3): 1-5.

Martínez Alfaro, M.A., Evangelista, V., Mendoza, M., Morales, G., Toledo, G. y Wong, A. 1995. Catálogo de plantas útiles de la Sierra Norte de Puebla, México. Instituto de Biología, UNAM. 303 pp.

Martínez, M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México, D. F. 1220 pp.

McIndoo, N.E. 1919. *Derris* as an insecticide. *Journal of Agricultural Research* 17(5): 177-200.

McVaugh, R. 1984. *Flora Novo-Galiciana*. A descriptive account of the vascular plants of western Mexico. Vol. 12 Compositae. The University of Michigan Press, Ann Arbor, 1157 pp.

McVaugh, R. 1987. *Flora Novo-Galiciana*. A descriptive account of the vascular plants of western Mexico. Vol. 5 Leguminosae. The University of Michigan Press, Ann Arbor, 786 pp.

McVaugh, R. 1989. *Flora Novo-Galiciana*. A descriptive account of the vascular plants of western Mexico. Vol. 15 Bromeliaceae to Dioscoreaceae. The University of Michigan Herbarium, Ann Arbor, 786 pp.

Mendes, N.M., Queiroz, R.O., Grandi, T.S.M., Anjos, A.M.G., Oliveira, A.B. and Zani, C.L. 1999. Screening of Asteraceae (Compositae) plant extracts for molluscicidal activity. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 94(3): 411-412.

Mendonça, F.A., Silva, K.F., Santos, K.K., Ribeiro, K.A. and Sant'Ana, A.E.G. 2005. Activities of some Brazilian plants against larvae of the mosquito *Aedes aegypti*. *Fitoterapia* 76: 629– 636.

Metspalu, L., Hiierssar, K. and Jõgar, K. 2003. Plants influencing the behavior of Large White Butterfly (*Pieris brassicae* L.). *Agronomy Research* 1(2): 211-220.

Miresmailli, S. and Isman, M.B. 2006. Efficacy and persistence of rosemary oil as an acaricide against Twospotted Spider Mite (Acari: Tetranychidae) on greenhouse tomato. *Journal of Economic Entomology* 99(6): 2015-2023.

Misra, G. and Pavlostathis, S.G. 1997. Biodegradation kinetics of monoterpenes in liquid and soil-slurry systems. *Applied Microbiology and Biotechnology* 47: 572-577.

Moore, M. 1989. Medicinal plants of the desert and canyon west. Museum of New Mexico Press. Santa Fe. 184 pp.

Moore, S.J. and Lenglet, A.D. 2004. An overview of plants used as insect repellents. In: Willcox, M., Bodeker, G. and Rasoanaivo, P. (Eds.). Traditional medicinal plants and malaria. CRC Press. Boca Ratón. p. 343-363.

Muro Castrejón, F., Cruz-Vázquez, C., Fernández-Ruvalcaba, M., Molina-Torres, J., Soria Cruz, J. and Ramos Parra, M. 2003. Repellence of *Boophilus microplus* larvae in *Stylosanthes humilis* and *Stylosanthes hamata* plants. Parasitología Latinoamericana 58: 118-121.

Musálem, M.A. y Martínez Cantera, G. 2003. Monografía de *Pinus greggii* Engelm. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 341 pp.

Mutambuki, K. and Harberd, A.J., 2004. The major insect pests of stored cereal and pulse grains in Somalia and their control. UNA Integrated Pest Management in Somalia. Nairobi. 135 pp.

Nash, D.L. y Moreno, N.P. 1981. Boraginaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 18. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz, México. 149 pp.

Natarajan, N., Cork, A., Boomathia, N., Pandia, R., Velavana, S. and Dhakshnamoorthy, G. 2006. Cold aqueous extracts of African marigold, *Tagetes erecta* for control tomato root knot nematode, *Meloidogyne incognita*. Crop Protection 25: 1210–1213.

Navarro, P.L.C. y Avendaño, R.S. 2002. Flora útil del municipio de Astacinga, Veracruz, México. Polibotánica 14: 67-84.

- Nedelcheva, A.M., Dogan, Y. and Guarrera, P.M. 2007. Plants traditionally used to make brooms in several European countries. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 3: 20-31.
- Nee, M. 1986. Solanaceae I. Flora de Veracruz. Fascículo 49. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz, México.
- Nee, M. 1993. Solanaceae II. Flora de Veracruz. Fascículo 72. Instituto de Ecología A.C., University of California. Xalapa, Veracruz, México.
- Neher, R.T. 1968. The ethnobotany of *Tagetes*. *Economic Botany* 22: 317-325.
- Ngamo, T.S.L., Ngatanko, I., Ngassoum, M.B., Mapongmestsem, P.M. and Hance, T. 2007. Persistence of insecticidal activities of crude essential oils of three aromatic plants towards four major stored product insect pests. *African Journal of Agricultural Research* 2(4):173-177.
- Nihei, K., Asaka, Y., Mine, Y., Yamada, Y., Iigo, M., Yanagisawa, T. and Kubo, I. 2006. Musidunin and Musiduol, Insect Antifeedants from *Croton jatrophoides*. *Journal of Natural Products* 69(6): 975-977.
- Nivsarkar, M., Cherian, B. and Padh, H. 2001. Alpha-terthienyl: A plant-derived new generation insecticide *Current Science* 81(6): 667-672.
- Notario del Pino, J. y Diaz Diaz, R. 1998. Pesticide distribution and movement. *Biotherapy* 11: 69-76.
- Oberlies, N.H., Rogers, L.L., Martin, J.M. and McLaughlin, J.L. 1998. Cytotoxic and insecticidal constituents of the unripe fruit of *Persea americana*. *Journal of Natural Products* 61(6): 781-785.
- Orozco, O.L. and Lentz, D.L. 2005. Poisonous plants and their uses as insecticides in Cajamarca, Peru. *Economic Botany* 59(2): 166-173.

Ortega, M., Sanchez, C., Chacon, E., Rendon, J.L., Estrada, R., Masso, F., Montaña, L.F. and Zenteno, E. 1990. Purification and characterization of a lectin from *Erythrina americana* by affinity chromatography. *Plant Science* 72(1): 133-140.

Paiva, S.R. de., Lima, L.A., Figueiredo, M.R. and Kaplan, M.A.C. 2004. Plumbagin quantification in roots of *Plumbago scandens* L. obtained by different extraction techniques. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences* 76(3): 499-504.

Pal, S., Chowdhury A. and Adityachaudhury, N. 1989. Isolation of Rice Weevil Feeding inhibitors Uncinatonone and Pectolinarigenin from *Clerodendron siphonenthus*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 37(1): 234-236.

Pascual-Villalobos, M.J. 2002. Anti-insect activity of bufadienolides from *Urginea maritima*. In: J. Janick and A. Whipkey (Eds.), *Trends in new crops and new uses*. ASHS Press, Alexandria, VA. p. 564–566.

Pedroza, H. y Dicovskyi, L. 2006. *Sistema de análisis estadístico con SPSS*. Instituto Nicaraguense de Tecnología Agropecuaria. Managua. 152 pp.

Pérez, D. 2002. Etnobotánica medicinal y biocidas para malaria en la región Ucayali. *Folia Amazónica* 13(1-2): 87-107.

Pérez-Pacheco, R., Rodríguez, H.C., Lara-Reyna, J., Montes Belmont, R. y Ramírez Valverde, G. 2004. Toxicidad de aceites, esencias y extractos vegetales en larvas de mosquito *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 20(1): 141-152.

Petroski, R.J. and Stanley, D.W. 2009. Natural compounds for pest and weed control. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57(18): 8171–8179.

Pohlit, A.M., Quignard, E.T., Nunomura, S.M., Tadei, W.P., Hidalgo, A-F., Pinto, A.C.S., Santos, E.V.M., Morais, S.K.R., Saraiva, R.C.G., Ming, L.Ch., Alecrim, A.M., Ferraz, A.B., Pedroso, A.C.S., Diniz, E.V., Finney, E.K., Gomes, E.O., Dias, H.B., Souza, K.S., Oliveira, L.C.P., Don, L.C., Queiroz, M.M.A., Henrique, M.C., Santos, M., Lacerda Júnior, O.S., Pinto, P.S., Silva, S.G. and Graça, Y.A. 2004. Screening of plants found in the State of Amazonas, Brazil for larvicidal activity against *Aedes aegypti* larvae. *Acta Amazonica* 34(1): 97-105.

Porter, R.B.R., Reese, P.B., Williams, L.A.D. and Williams, D.J. 1995. Acaricidal and insecticidal activities of cadina-4,10 (15)-dien-3-one. *Phytochemistry* 40(3): 735-738.

Prakash, A. and Rao, J. 1997. Botanical pesticides in agriculture. CRC Lewis Publishers. Boca Raton. 461 pp.

Procópio, S., Vendramim, J., Ribeiro, J. y Santos, J.B. 2003. Bioatividade de diversos pós de origem vegetal em relação a *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). *Ciência e Agrotecnologia* 27(6): 1231-1236.

Qian, X., Lee, P.W. and Cao, S. 2010. China: Forward to the green pesticides via a basic research program. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58(5): 2613-2623.

Ramírez-Herrera, C., Vargas-Hernández, J.J. y López-Upton, J. 2005. Distribución y conservación de las poblaciones naturales de *Pinus greggii*. *Acta Botánica Mexicana* 72: 1-16.

Ramírez-Moreno, L.A., García-Barrios, L.E., Rodríguez Hernández, C., Morales, H.E. y Castro Ramírez, A.E. 2001. Evaluación del efecto insecticida de extractos de plantas sobre *Leptophobia aripa elodia*. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 60: 50-56.

Ramos Casillas, F., Oranday Cárdenas, A., Rodríguez Tovar, M.L., Verde Star, M.J., Flores Suárez, A. y Ponce García, G. 2007. Efecto larvicida del extracto de hueso de *Persea americana* var. Hass, en *Aedes aegypti* (L.). *Ciencia UANL* 10(1): 25-28.

Rasikari, H., Leach, D.N., Waterman, P.G., Spooner-Hart, R.N., Basta, A.H., Banbury, L.K. and Forster, P.I. 2005. Acaricidal and cytotoxic activities of extracts from selected genera of Australian Lamiaceae. *Journal of Economic Entomology* 98(4): 1259-1266.

Raven, P.H., Evert, R.F. and Eichhorn, S.E.. 1999. *Biology of plants*. W.H. Freeman and Company. Worth Publishes. New York. 944 pp.

Regnault-Roger, C. and Hamraoui, A. 1993a. Efficiency of plants from the south of France used as traditional protectants of *Phaseolus vulgaris* L. against its bruchid *Acanthoscelides obtectus* (Say). *Journal of Stored Products* 29(3): 259-264.

Regnault-Roger, C. and Hamraoui, A. 1993b. Influence d'huiles essentielles aromatiques sur *Acanthoscelides obtectus* Say, bruche du haricot (*Phaseolus vulgaris* L.). *Acta Botanica Gallica* 140(2): 217-222.

Regnault-Roger, C., Hamraoui, A., Holeman, M., Theron, E. and Pinel, R. 1993. Insecticidal effect of essential oils from mediterranean plants upon *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae), a pest of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Chemical Ecology* 19(6): 1233-1244.

Regnault-Roger, C. and Hamraoui, A. 1994/1995. Comparison of the insecticidal effects of water extracted and intact aromatic plants on *Acanthoscelides obtectus*, a bruchid beetle pest of kidney beans. *Chemoecology* 5/6 (1): 1-5.

Regnault-Roger, C., Philogène, B.J.R. and Vincent, Ch. (Eds.). 2005. *Biopesticides of plant origin*. Intercept. Paris. 313 pp.

Reinhard, K., Fink, T.M. and Skiles, J. 2003. A case of megacolon in Rio Grande Valley as a possible case of Chagas Disease. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 98 (Suppl. I): 165-172.

- Reynolds W.F., Yu, M., Enriquez, R. G., Gonzalez, H., Leon, I. and Magos, G. 1995. Isolation and characterization of cytotoxic and antibacterial tetrasaccharide glycosides from *Ipomoea stans*. *Journal of Natural Products* 58(11): 1730-1 734.
- Robles-Zepeda, R.E., Lozoya-Gloria, E., López, M.G., Villarreal, M.L., Ramírez-Chávez, E. and Molina-Torres, J. 2009. *Montanoa tomentosa* glandular trichomes containing kaurenoic acids chemical profile and distribution. *Fitoterapia* 80: 12-17.
- Rodríguez, H.C. y Lagunes, A. 1992. Plantas con propiedades insecticidas: resultados de pruebas experimentales en laboratorio, campo y granos almacenados. *Agroproductividad* 1 (1): 17-25.
- Rodríguez, D.A. y Sánchez, S. 1994. Polvos vegetales para el combate de *Sitophilus zeamais* Motsch. y *Zabrotes subfasciatus* Boh. en maíz y frijol. *Turrialba* 44(3): 160-167.
- Rodríguez, H.C. y López-Pérez, E. 2001. Actividad insecticida de la chilca (*Senecio salignus*) sobre *Zabrotes subfasciatus*. *Manejo Integrado de Plagas* 59: 19-26.
- Rodríguez, H.C., Silva, G. y Vendramim, J.D. 2003. Insecticidas de origen vegetal. En: Silva, G. y Hepp, R. (Eds.). *Bases para el manejo racional de insecticidas*. Universidad de Concepción. Fundación para la Innovación Agraria. Chillán. p. 89-111.
- Romo de Vivar, A., Pérez-Castorena, A-L., Arciniegas, A. and Villaseñor, J.L. 2007. Secondary metabolites from mexican species of the Tribe Senecioneae (Asteraceae). *Journal of the Mexican Chemical Society* 51(3): 160-172.
- Rosenthal, G.A. and Janzen, D.H. 1979. *Herbivores. Their interaction with secondary plant metabolites*. Academic Press. New York. 718 pp.

Rothman, J.M., Pell, A.N., Dierenfeld, E.S. and McCann, C.N. 2006. Plant choice in the construction of night nests by gorillas in the Bwindi Impenetrable National Park, Uganda. *American Journal of Primatology* 68:361–368.

Ruppert, E.E. y Barnes, R.Y. 1996, *Zoología de los invertebrados*. 6ª edición. McGraw-Hill, Interamericana. México. 1114 pp.

Rzedowski, J. 1983. *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México, D.F. 432 pp.

Rzedowski, G.C. de. 1991. Familia Papaveraceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. Fascículo 1. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México.

Rzedowski, G.C. de y Germán, M.T. 1993. Familia Meliaceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. Fascículo 11. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México.

Rzedowski, J. y Guevara-Féfer, F. 1992. Familia Burseraceae. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. Fascículo 3. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México. 46 pp.

Rzedowski, G.C. de y Rzedowski, J. 2001. *Flora fanerogámica del Valle de México*. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro. 1406 pp.

SADER. 2004. Informe 2004. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural del Estado de Hidalgo. Pachuca.

SAGARPA. 2006. Foro regional agropecuario. Delegación Estatal de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Regional, Pesca y Alimentación. Pachuca, Hidalgo.

San Miguel, E. 2003. Rue (*Ruta* L., Rutaceae) in traditional Spain: frequency and distribution of its medicinal and symbolic applications. *Economic Botany* 57(2): 231-244.

Satcher, D. 1995. Emerging infections: getting ahead of the curve. *Emerging Infectious Diseases* 1(1):1-6.

Schultes, R.E. and von Reis, S. 1997. *Ethnobotany. Evolution of a discipline.* Dioscorides Press. Portland. 414 pp.

Secoy, D.M. and Smith, A.E. 1983. Use of plants in control of agricultural and domestic pests. *Economic Botany* 37(1):28-57.

Secretaría de Salud. 2006. Panorama epidemiológico del dengue y dengue hemorrágico en entidades federativas. México, D.F. 28 pp.

Shaaya, E. and Rafaeli, A. 2007. Essential oils as biorational insecticides—potency and mode of action. In: Ishaaya, I., Nauen, R. and A. Horowitz, A.R. (Eds.). *Insecticides design using advanced technologies.* Springer-Verlag. Berlin. p. 249-261.

Sievers, A.F., Archer, W.A., Moore, R.H. and McGovran, E.R. 1949. Insecticidal tests of plants from tropical America. *Journal of Economical Entomology* 42(3): 549-551.

Silva, G., Orrego, O., Hepp, R. y Tapia. 2005. Búsqueda de plantas con propiedades insecticidas para el control de *Sitophilus zeamais* en maíz almacenado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 41(1): 11-17.

Silva, G., Hepp, R., Tapia, M., Casals, P., Bustos, G, y Osses, F. 2006. Evaluación de boldo (*Peumus boldus* Molina) y cal para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky. *Agrociencia* 40: 219-228.

Silva, G., Lagunes, A. y Rodríguez, C. 2003a. Control de *Sitophilus zeamais* (Coleoptera:Curculionidae) con polvos vegetales solos y en mezcla con carbonato de calcio en maíz almacenado. *Ciencia e Investigación Agraria* 30(3): 153-160.

Silva, G., Pizarro, D., Casals, P. y Berti, M. 2003b. Evaluacion de plantas medicinales en polvo para el control de *Sitophilus zeamais* Motschulsky en maiz almacenado. Revista Brasileira Agrocências 9(4): 383-388.

Smith, A.E. and Secoy, D.M. 1975. Forerunners of pesticides in Classical Greece and Rome. Journal of Agricultural and Food Chemistry 23 (6): 1050-1055.

Sohal, S.K., Rup, P.J., Kaur, H., Kumari, N. and Kaur, J. 2002. Evaluation of the pesticidal potential of the congress grass, *Parthenium hysterophorus* Linn. on the mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.). Journal of Environmental Science 23(1):15-8.

Sotelo, A., Argote, R.M, Moreno, R.I., Flores, N.I and Diaz, M. 2001. Nutritive evaluation of the seed, germinated seed, and string bean of *Erythrina americana* and the detoxification of the material by boiling. Journal of Agricultural and Food Chemistry 51(9): 2821-2825.

SSH. 2001. Casos nuevos de intoxicación por plaguicidas durante el año 2001. Subdirección de Epidemiología. Servicios de Salud de Hidalgo.

SSH. 2006. Casos de paludismo, dengue y Chagas (Hidalgo). Subdirección de Salud Pública. Servicios de Salud de Hidalgo.

Standley, P. 1982. Trees and shrubs of México. Reprint. J. Cramer. Vaduz. 1721 pp.

Steinhaus, M., Sinuco, D., Polster, J., Osorio, C. and Schieberle, P. 2008. Characterization of the aroma-active compounds in Pink Guava (*Psidium guajava*, L.) by application of the aroma extract dilution analysis. Journal of Agricultural and Food Chemistry 56(11): 4120–4127.

Stroh, J., Wan, M.T., Isman, M.B. and Moul, D. J. 1998. Evaluation of the acute toxicity to juvenile pacific coho salmon and rainbow trout of some plant essential oils, a formulated product, and the carrier. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 60:923-930.

Sung, W.S., Jung, H.J., Park, K., Kim, H.S., Lee, I-S. and Lee, D.G. 2007. 2,5-dimethyl-4-hydroxy-3(2H)-furanone (DMHF); antimicrobial compound with cell cycle arrest in nosocomial pathogens. *Life Sciences* 80(6): 586-59.

Tapondjou, A.L., Bouda, H., Fontem, D.A., Zapfack, L., Lontsi, D., Sondengam, B.L., 2000. Local plants used for traditional stored product protection in the Menoua division of the Western highlands of Cameroon. *IOBC Bulletin* 23: 73–77.

Thacker, J.R.M. 2002. An introduction to arthropod pest control. Cambridge University Press. Cambridge. 347 pp.

Tingle, F.C. and Mitchell, E.R. 1984. Aqueous extracts from indigenous plants as oviposition deterrents for *Heliothis virescens* (F.). *Journal of Chemical Ecology* 10(1): 101-113.

Toledo, V.M. 1988. La diversidad biológica de México. *Ciencia y Desarrollo* 81: 17-30.

Toledo, V.M., Batis, A.I., Becerra, R., Martínez, E. y Ramos, C.H. 1995. La selva útil: Etnobotánica cuantitativa de los grupos indígenas del trópico húmedo de México. *Interciencia*. 20(4): 177-186.

Toledo, V.M., Ortiz-Espejel, B., Cortés, L., Moguel, P. and Ordoñez, M.J. 2003. The multiple use of tropical forests by indigenous peoples in Mexico: a case of adaptive management. *Conservation Ecology* 7(3): 9-25.

Tripathi, S.M. and Singh, D.K. 2000. Molluscicidal activity of *Punica granatum* bark and *Canna indica* root. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 33(11): 1351-1355.

Trujillo-Vázquez, R.J. y García-Barrios, L.E. 2000. Conocimiento indígena del efecto de plantas medicinales sobre las plagas agrícolas en los altos de Chiapas, México. *Agrociencia* 35: 685-692.

UICN, 2009. <http://www.iucnredlist.org/>.

Umoetok, S.B.A. 2004. The control of damages caused by maize weevils (*Sitophilus oryzae* Motsc) to stored maize grains using cardamon and black pepper. Food, Agriculture & Environment 2(2): 250-252.

VanderWerf, E.A. 2005. 'Elepaio "anting"' with a garlic snail and a *Schinus* fruit. Journal of Field Ornithology 76(2): 134–137.

van der Werff, H. y Lorea, F. 1997. Familia Lauraceae. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes. Fascículo 56. Instituto de Ecología A.C. Centro Regional del Bajío. Pátzcuaro, Michoacán, México.

Villaseñor, J.L. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. Interciencia 28 (3): 1-9.

Villavicencio Nieto, M.A. y Pérez Escandón, B.E. 1995. Plantas útiles del estado de Hidalgo. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca. 128 pp.

Villavicencio Nieto, M.A., Pérez Escandón, B.E. y Ramírez, A.A. 1998. Lista florística del estado de Hidalgo. Recopilación bibliográfica. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca. 147 pp.

Villavicencio Nieto, M.A. y Pérez Escandón, B.E. 2005. Guía de la flora útil de la Huasteca y la zona Otomí-Tepéhua, Hidalgo I. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca. 171 pp.

Villavicencio Nieto, M.A. y Pérez Escandón, B.E. 2006. Plantas útiles del estado de Hidalgo III. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca. 237 pp.

Villavicencio Nieto, M.A., Pérez Escandón, B.E. y Ramírez Aguirre, A. 2002. Plantas útiles del estado de Hidalgo II. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca. 247 pp.

Waka, M., Hopkins, R.J. and Curtis, C. 2004. Ethnobotanical survey and testing of plants traditionally used against hematophagous insects in Eritrea. *Journal of Ethnopharmacology* 95(1): 95-101.

Wesseling, C., Aragón, A., Castillo, L., Corriols, M., Chaverri, F., de la Cruz, E., Keifer, M., Monge, P., Partanen, T., Ruepert, C. y van Wendel de Joode, B. 2003. Consideraciones sobre plaguicidas peligrosos en América Central. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)* 68: 7-18.

Wheeler, W.B. 2002. Role of research and regulation in 50 years of pest management in agriculture. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 4151-4155.

Willard, T. 1999. Edible and medicinal plants of the Rocky Mountains and neighbouring territories. 6^a Ed. Wild Rose College. Calgary. 276 pp.

Wimalaratne, P.D.C., Slessor, K.N., Borden, J.H., Chong, L.J. and Abate, T. 1996. Isolation and identification of house fly, *Musca domestica* L., repellents from pepper tree, *Schinus molle* L. *Journal of Chemical Ecology* 22(1): 49-59.

Yang, Y-Ch., Lee, S.H., Clark, J.M. and Ahn, Y-J. 2009. Ovicidal and adulticidal activities of *Origanum majorana* essential oil constituents against insecticide-susceptible and pyrethroid/malathion-resistant *Pediculus humanus capitis* (Anoplura: Pediculidae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57(6): 2282–2287.

Zar, J.H. 1999. Bioestatistical analysis. Prentice Hall. Nueva Jersey. 633 pp.

Anexo 1. Municipios de Hidalgo, México, donde se realizó este estudio, y número de entrevistas realizadas en cada uno, según grupo étnico de los informantes, acerca del uso plaguicida de las plantas.

| Municipios | Mestizos | Nahuas | Hñahñús | Otomí-Tepehuas | Total |
|------------------------|----------|--------|---------|----------------|-------|
| Acatlán* | 2 | | | | 2 |
| Acaxochitlán | 5 | 7 | | | 12 |
| Actopan* | 5 | | | | 5 |
| Alfajayucan* | | | 3 | | 3 |
| Atlapexco | | 5 | | | 5 |
| Atotonilco de Tula | 4 | | | | 4 |
| Atotonilco el Grande | 2 | | | | 2 |
| Calnali | 2 | | | | 2 |
| Cardonal* | | | 2 | | 2 |
| Chilcuautla* | 1 | | | | 1 |
| Cuautepec* | 2 | | | | 2 |
| Eloxochitlán | 1 | | | | 1 |
| Emiliano Zapata* | 1 | | | | 1 |
| Epazoyucan* | 8 | | | | 8 |
| Huasca | 1 | | | | 1 |
| Huautla* | | | | 2 | 2 |
| Huazalingo | 2 | 1 | | | 3 |
| Huehuetla* | 2 | | | 9 | 11 |
| Huejutla* | 1 | 8 | | | 9 |
| Huichapan* | 5 | | | | 5 |
| Ixmiquilpan* | 1 | | 6 | | 7 |
| Jacala* | 3 | | | | 3 |
| La Misión | 4 | | | | 4 |
| Lolotla | 2 | | | | 2 |
| Metztitlán | 7 | | | | 7 |
| Mineral de la Reforma | 2 | | | | 2 |
| Mineral del Chico* | 4 | | | | 4 |
| Mineral del Monte | 9 | | | | 9 |
| Molango | 5 | | | | 5 |
| Nopala | 4 | | | | 4 |
| Omitlán | 5 | | | | 5 |
| Orizatlán* | 2 | 4 | | | 6 |
| Pachuca | 5 | | | | 5 |
| San Agustín Tlaxiaca* | 5 | | | | 5 |
| San Bartolo Tutotepec* | 5 | | | 5 | 10 |
| Santiago de Anaya* | | | 1 | | 1 |
| Singuilucan* | 6 | | | | 6 |
| Tenango* | 4 | | | | 4 |
| Tepeapulco* | 5 | | | | 5 |
| Tepahuacán | 1 | 5 | | | 6 |
| Tetepango* | 1 | | | | 1 |
| Tlanchinol | | 3 | | | 3 |
| Tolcayuca* | 1 | | | | 1 |
| Tula* | 1 | | | | 1 |
| Xochicoatlán | 2 | | | | 2 |
| Yahualica | | 10 | | | 10 |
| Zapotlán* | 8 | | | | 8 |
| Zempoala | 6 | | | | 6 |
| Zimapán | 2 | | | | 2 |
| Total | 144 | 43 | 12 | 16 | 215 |

* con comunidades donde se hicieron entrevistas en grupo

A N E X O 2. Fichas de las especies de plantas de uso plaguicida en Hidalgo México.

Agave americana* L. ssp. *americana

Agavaceae, maguey meco, 1779



Las hojas se exprimen y el jugo se aplica en heridas agusanadas o gusaneras de ovejas, burros y vacas, que pueden estar infestadas con larvas de varias especies de moscas (Diptera), incluyendo posiblemente al gusano barrenador del ganado, *Cochliomyia hominivorax* (Diptera: Calliphoridae).

Medicinal, ornamental. Planta cultivada. Pachuca, Singuilucan.

Referencias. Los extractos obtenidos de hojas de *A. americana* causaron 100% de mortalidad en larvas de mosquitos de los géneros *Anopheles*, *Aedes* y *Culex* (Dharmashaktu *et al.*, 1987).

***Agave lechuguilla* Torr. Agavaceae, lechuguilla, guichi, 1815**



Las hojas frescas se exprimen y el jugo se aplica en heridas agusanadas, mataduras o gusaneras de ovejas, burros, vacas y cabras, para eliminar a las larvas. Los restos de la fibra de las hojas, llamada xixi, se colocan en los nidos de las gallinas (*Gallus gallus*) para eliminar a los borucos, *Menopon gallinae* (Phthiraptera : Menoponidae).

Comestible, medicinal, artesanal, ceremonial, doméstico, construcción.

Matorral xerófilo.

La Noria, Alfajayucan; Tornacuxtla, San Agustín Tlaxiaca.

Agave salmiana var. *ferox* (K. Koch) Gentry

Agavaceae

maguey, 1735, 1816



El jugo de las hojas se aplica en heridas agusanadas de ovejas, burros y vacas para eliminar a las larvas.

Bebida, comestible, forraje, combustible, construcción, cerca.

Matorral xerófilo.

La Estanzuela, Mineral del Chico; Pachuca; Singuilucan.

***Aloe vera* (L.) Burm.f. Aloaceae, sábila, 1811**

La hoja se machaca y se aplica en las heridas agusanadas del ganado para eliminar a las larvas de la mosca. Medicinal, comestible, ornamental, ritual. Planta cultivada. Santa Mónica, Epazoyucan.



***Ambrosia psilostachya* DC., Asteraceae
artemisa, 1194**



Con las ramas frescas de esta hierba se hacen escobas para barrer patios y habitaciones infestados con pulgas, *Ctenocephalides canis* (Siphonaptera : Pulicidae), o con hormigas, *Atta* spp. (Hymenoptera : Formicidae) para eliminarlas o las ramas frescas se restriegan en agua con la que se riegan los sitios infestados con los insectos mencionados; con este extracto se pueden lavar la cabeza las personas que tienen piojos, *Pediculus humanus* (Phthiraptera : Pediculidae), para matarlos.

Medicinal. Maleza, matorral xerófilo.

San Cristobal, Metztlán.

Argemone mexicana L., Papaveraceae, chicalote, 1132, 1409



Las ramas frescas se maceran en agua en la que se remojan los granos de maíz que después se siembran, esto se hace para repeler a las tuzas, tejones y ardillas para que no saquen los granos del suelo para comérselos. Las ramas frescas se muelen con masa de maíz la cual se desmenuza y se esparce cerca de la milpa y de los graneros para que la coman los tordos, aves que atacan al maíz, y mueran envenenados. En ocasiones los perros se convierten en plaga ya que entran a la milpa y consumen las mazorcas de maíz. Para controlarlos, también se muelen las ramas de esta planta con masa de maíz, se preparan tecocos (especie de tortilla pequeña) y se dejan cerca de la milpa, entonces los perros se los comen y mueren envenenados.

Bosque mesófilo de montaña, maleza.

La Misión.

***Argemone ochroleuca* Sweet, Papaveraceae, chicalote, 1868**



Las semillas de esta hierba se mezclan con los granos de maíz almacenado para que no sean atacados por gorgojos y palomillas.

Medicinal, artesanal.

Matorral xerófilo.

Zempoala.

***Argemone platyceras* Link & Otto, Papaveraceae, chicalote, 1079**



Las semillas de esta hierba se mezclan con los granos de maíz para que al ser almacenados no

sean atacados por gorgojos y palomillas. Medicinal, cacería, artesanal. Matorral xerófilo.

Zempoala.

Artemisia ludoviciana ssp. *mexicana* (Willd.) Keck, Asteraceae, estafiate, 835, 898, 1123



Esta hierba perenne, se muele seca y el polvo se mezcla con el maíz almacenado, en grano o mazorca, para que no sea atacado por gorgojos. Las ramas se queman para fumigar casas, corrales o gallineros para eliminar pulgas y borucos.

Medicinal.

Matorral xerófilo.

Chilcuautla, San José Atlán, Huichapan;

Nopala.



***Asclepias curassavica* L., Asclepiadaceae, venenillo, 1317, 1569**

El látex de esta hierba se aplica en las heridas agusanadas de los perros, *Canis lupus familiaris* (Carnivora : Canidae), para eliminar a las larvas de la mosca.



El látex se aplica en tortillas (alimento elaborado con masa de maíz), las cuales se dan a comer a los perros para envenenarlos, cuando éstos son una plaga pues se comen las mazorcas. Las ramas se colocan en la entrada de las cuevas de las tuzas, para ahuyentarlas.

Medicinal. Bosque tropical perennifolio y mesófilo de montaña.

Ahuacatlán, Calnali; Tlalnepanco, Huejutla; Huitepec, Tlanchinol.

Referencias: *Asclepias curassavica* se emplea como repelente de insectos en diversos países (Secoy and Smith, 1983).

***Barkleyanthus salicifolius* (Kunth) H.E. Robins. & Brett., Asteraceae, jarilla, 1425**



Las ramas frescas del arbusto se clavan alrededor de los cultivos de jitomate, *Solanum lycopersicum*, y de chile, *Capsicum* sp. para ahuyentar a insectos que atacan estos cultivos.

Ornamental, artesanal, cerca, medicinal, juego, combustible.

Matorral xerófilo.

San Cristobal, Metztlán.

Referencias: El polvo de la raíz de *Barkleyanthus salicifolius* causó mortalidad en *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae), (Rodríguez y López Pérez, 2001; López Pérez *et al.*, 2007) y en larvas de *Leptophobia aripa elodia* (Lepidoptera:Pieridae) (Ramírez-Moreno *et al.*, 2001); las raíces contienen 6-cetofuranoeremofilano y el alcaloide pirrolizidinico 7-angeliheliotridina y las partes aéreas contienen quercetina (Romo de Vivar *et al.*, 2007).

***Bauhinia divaricata* L., Caesalpiniaceae, pata de vaca, 1374**



Las ramas frescas de este arbusto se colocan en los nidos de las gallinas para eliminar a los chahuistles.

Medicinal.

Bosque tropical perennifolio.

Atlaltipa, Atlapexco.

***Berberis moranensis* Herbenstr. & Ludw., Berberidaceae, xoxoco, 1064**



Las ramas del arbolito o arbusto se queman en gallineros con borucos, para eliminarlos.

Medicinal. Bosque de *Quercus*. Mineral del Chico.

***Bouvardia ternifolia* (Cav.) Schlecht., Rubiaceae, trompetilla, 1537**



Las ramas de este arbusto, junto con las de tlaxcapán, *Ipomoea stans*, se utilizan para hacer los nidos de las gallinas para evitar la infestación con borucos.

Medicinal, comestible. Matorral xerófilo, Pastizal.

Santa Mónica, Epazoyucan.

***Buddleja cordata* H.B.K. ssp. *cordata*, Buddlejaceae, tepozán, 824, 1197**



Las hojas de este árbol o arbolito se hierven en agua y con la infusión se lavan las heridas agusanadas de los burros para eliminar a las larvas de la mosca.

Medicinal, combustible, sombra.

Matorral xerófilo, bosque de coníferas (pino) y *Quercus*.

San José Atlán, Huichapan; Matías Rodríguez y Nopalillo, Singuilucan; Mineral del Chico, Santa Mónica, Epazoyucan.

***Bursera fagaroides* (Kunth) Engl. Burseraceae, copal, 1809**



Las hojas frescas de este arbusto se machacan y se aplica al ganado para eliminar a los piojos (Insecta). Medicinal. Matorral xerófilo. La Noria, Alfajayucan.

***Calea urticifolia* (Mill.) DC., Asteraceae, amargosa, 1320**

Las ramas secas de este arbusto se muelen con cal (óxido de calcio) y el polvo se aplica en las mazorcas de maíz almacenado para alejar a las ratas, *Rattus norvegicus* (Rodentia : Muridae).

Medicinal.

Bosque tropical perennifolio.

San Bartolo Tutotepec.



***Callicarpa acuminata* Kunth, Verbenaceae, elté, 1517**

Las ramas frescas de este arbusto o árbol pequeño se hierven en agua con la cual se lava la cabeza de personas que tienen piojos, para eliminarlos. Medicinal. Bosque tropical perennifolio. Coyolapa, Atlapexco; Aquisquititla, Huejutla.

Referencias: Las hojas de *Callicarpa acuminata* contienen ácido isopimarico, sandaracopimaradien-19-ol, akhdarenol, α -amyrina y la flavona salvigenina; la α -amyrina y un derivado semisintético, el ácido isopimarico metil éter, presentaron un efecto antialimentario en *Leptinotarsa decemlineata* (Anaya *et al.*, (2003). *C. americana* y *C. japonica*, han presentado actividad disuasiva para picaduras de mosquitos (Cantrell *et al.*, 2005).

***Calochortus barbatus* (Kunth) Painter, Calochortaceae, gallitos, 1774**



Con las flores de esta hierba perenne y las flores de



estrellita, *Milla biflora*, se hace un ramo que se coloca en un florero y se pone en la mesa del comedor o de la cocina para ahuyentar a las moscas *Musca domestica* (Diptera : Muscidae). Ornamental. Bosque de coníferas (*Juniperus*). Emiliano Zapata.

***Canna indica* L., Cannaceae, papatla, 1109**



El fruto fresco de esta planta se machaca y se pone en las heridas agusanadas o mataduras de las vacas para eliminar a las larvas de la mosca.

Ornamental, doméstico, artesanal.

Bosque tropical perennifolio.

El Arenal, Yahualica.

Referencias: Los extractos de *C. indica* tienen actividad moluscicida en el caracol *Lymnaea acuminata*, los extractos no fueron tóxicos para el pez *Colisa fasciatus*, que comparte el mismo habitat que *L. acuminata* (Tripathi and Singh, 2000).

***Capsicum annuum* L., Solanaceae, chile, 1529, 1600**



Los frutos secos se queman para ahuyentar a los mosquitos. Las semillas se queman junto con hojas secas de pirú, *Schinus molle*, para matar a las cucarachas *Periplaneta*

americana (Dictyoptera : Blattelidae).

Los frutos secos molidos se mezclan con polvo de cuerno de vaca y la mezcla se quema para alejar serpientes de cascabel, *Crotalus* sp. (Squamata : Viperidae).

Medicinal, comestible.

Cultivada.

Nopala; Omitlán; Zempola.



Referencias: *Capsicum annuum*, tiene uso plaguicida en la Amazonía peruana; se usa para el combate de los vectores de la malaria (Pérez, 2002).

***Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch, Juglandaceae, nogal, 883**



Las hojas secas caídas del árbol junto con ramas de pericón, *Tagetes lucida*, se ponen en los nidos de las gallinas para evitar a los gorgojos *Menopon gallinae* (Phthiraptera : Menoponidae). Comestible, medicinal. Planta cultivada. San Juan Amajac, Eloxochitlán.

***Casimiroa edulis* Llave & Lex, Rutaceae, zapote blanco, 1762**



Las ramas frescas de este árbol se queman en el interior de las casas para fumigarlas y matar a los chompepes *Blatella germanica* (Dictyoptera : Blattellidae). Medicinal, comestible, ornamental. Planta cultivada. Dequeñá, Tenango.

***Castilleja moranensis* H.B.K., Scrophulariaceae, conejita, 1869**



Esta hierba fresca se coloca en el nido de gallinas para eliminar a los borucos. Otra forma de uso es hervirla en agua, la infusión se da a tomar a las gallinas para matar a estos insectos. Medicinal. Bosque de coníferas (pino) y *Quercus*. Epazoyucan.



***Castilleja tenuiflora* Benth.,**

Scrophulariaceae, hierba del conejo, 1722

Las ramas frescas de este arbusto se colocan en el nido de gallinas para eliminar a los borucos. Otra forma de uso es hervirla en agua, la infusión se da a tomar a las gallinas para matar a estos insectos. Medicinal. Bosque de coníferas (pino) y *Quercus*. Epazoyucan.

***Cedrela odorata* L., Meliaceae, cedro, 1493**



Las hojas frescas de este árbol se hierven en agua en la que se remojan los granos de maíz y al otro día se siembran; con este tratamiento el maíz no es sacado del suelo por urracas (Aves), tejones, *Nasua narica* (Carnivora : Procyonidae) , zorras, *Urocyon cinereoargenteus* (Carnivora : Canidae), tuzas, *Thomomys umbrinus* (Rodentia : Geomyidae) y ardillas *Sciurus* sp. (Rodentia : Sciuridae).

Medicinal, juego, combustible, construcción, maderable.

Bosque tropical perennifolio. Aquisquitla, Huejutla.

Referencias: *C. odorata* tiene uso plaguicida en la Amazonía peruana; se usa para el combate de los vectores de la malaria (Pérez, 2002). En Brasil se usa para repeler insectos y vertebrados; los aceites esenciales contienen como componentes mayoritarios a los sesquiterpenos germacreno-A y β -cubebeno; los aceites fueron activos en *Hypsipyla grandella* (Maia *et al.*, 2000).

***Cestrum dumetorum* Schltdl. Solanaceae, orcajuda, 583**

La planta se siembra en los patios de las casas para ahuyentar a los insectos.

Medicinal, refrescante. Bosque tropical perennifolio.

Aquiscuatitla, Huejutla.



***Chenopodium ambrosioides* L.,**

Chenopodiaceae, epazote, 1676

Las ramas frescas de esta hierba se colocan en los nidos de gallinas para evitar o eliminar a los chahuistles. Las ramas se colocan encima del maíz y frijol, *Phaseolus* sp., almacenados para evitar la infestación con gorgojos o palomillas. Medicinal. Maleza, bosque mesófilo de montaña. Santiago, San Bartolo Tutotepec.



Referencias: *Ch. ambrosioides* tiene uso plaguicida en la Amazonía peruana; se usa para el combate de los vectores de la malaria (Pérez, 2002).

***Chenopodium graveolens* Willd., Chenopodiaceae, epazote de zorrillo, 1789**



En la región, los graneros para almacenar maíz se construyen sobre cuatro postes de madera. A cada poste se amarran manojos de esta hierba para evitar que las hormigas trepen por ellos y alcancen el grano almacenado.

Medicinal.

Maleza, bosque mesófilo de montaña.

Xochicoatlán.

***Citrus sinensis* (L.) Osbeck, Rutaceae, naranjo, 1817**



Las ramas frescas o secas se colocan encima del maíz y frijol almacenados para evitar que se infesten con gorgojos, *Zabrotes subfasciatus*, *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae) o palomillas. Comestible, medicinal, ornamental, sombra.

Planta cultivada. San Bartolo Tutotepec.

Huehuetla.

***Clerodendrum bungei* Steud., Verbenaceae, jazmín, 1671**

Las hojas frescas de este arbusto se ponen en los nidos de gallinas con el fin de eliminar a los chahuistles. Ornamental. Planta cultivada. San Bartolo Tutotepec; Huehuetla; Huazalingo.



Referencias: *C. bungei* contiene flaxeno;

3,12-*O*- β -D-diglucopiranosil-11,16-dihidroxiabieta-8,11,13-trieno; 19-*O*- β -D-carboxiglucopiranosil-12-*O*- β -D-glucopiranosil-11,16-dihidroxiabieta-8,11,13-

trieno; 11,16-dihidroxi-12-*O*- β -D-glucopiranosil-17(15 \rightarrow 6), 18(4 \rightarrow 3)-abeo-4-carboxi-3,8,11,13-abietatetraen-7-ona; 19-hidroxituvincenona F; ajugaside A, uncinatona y tuvincenona F. Sólo la uncinatona presentó actividad citotóxica moderada en cultivos de células cancerígenas (Liu *et al.*, 2008). *Clerodendrum* spp. se utilizan como antialimentarios de *Spdoptera* (Cooper *et al.*, 1980) y sus productos tienen efecto en otros insectos como *Sitophilus oryzae* (Pal *et al.*, 1989).

***Clerodendrum chinense* (Osb.) Mabberley, Verbenaceae**

jazmín , 1670



Las hojas frescas de este arbusto se ponen en los nidos de gallinas con el fin de eliminar a los chahuistles.

Ornamental. Planta cultivada.

San Bartolo Tutotepec; Huehuetla;
Huazalingo.



***Coreopsis mutica* DC. var. *mutica*, Asteraceae, pericón, 1814**



Las ramas frescas del arbusto se queman y las gallinas o pollitos se pasan por el humo producido para eliminar a los borucos. Matorral xerófilo. Ixmiquilpan.



***Croton pulcher* Mull. Arg., Euphorbiaceae, solimán, 1131**



Con las ramas frescas de este arbusto se hacen escobas para barrer patios y habitaciones para eliminar a las pulgas. Las ramas se queman en el interior de las casas para repeler a las cucarachas. Matorral xerófilo. Metztitlán.

***Cucumis sativus* L., Cucurbitaceae, pepino, 1819**

Las cáscaras de este fruto se colocan en el suelo del patio o de las habitaciones para ahuyentar a las hormigas. Comestible. Planta cultivada. Matías Rodríguez, Singuilucan.

Referencias: Las curcubitacinas, triterpenoides, de *C. sativus*, tienen actividad antialimentaria en muchas

especies de insectos y de nematodos (Tallamy *et al.*, 1997 citado en Chitwood, 2002).



***Cucurbita okechobeensis* ssp. *martinezii* (L.H. Bailey) Andres & Nabhan ex T.**

Walters & Decker-Walters, Cucurbitaceae, calabacilla amarga, 1563



La pulpa del fruto y las semillas de esta hierba trepadora se muelen, la pasta se aplica en los granos de maíz para evitar que los coman las ratas y alejar a las hormigas. Bosque tropical perennifolio y mesófilo de montaña. San Bartolo Tutotepec; Dequeñá, Tenango.

***Cuphea lanceolata* Ait., Lythraceae, hierba del cáncer, 1130**



Las ramas de esta hierba anual se hierve junto con *Decatropis bicolor*, *Lythrum vulneraria*, *Pinaropappus roseus roseus*, *Mimulus glabratus* y *Equisetum myriochaetum*, la infusión se aplica en las heridas agusanadas del ganado para eliminar a las larvas de la mosca.

Medicinal. Bosque de *Quercus*, pastizal. San Andrés, Actopan.

***Cupressus lusitanica* Mill., Cupressaceae, cedro, 1139**



Las ramas frescas de este árbol se echan encima del fogón (estufa de piedra y adobe en la que se utiliza leña), lo que produce un humo espeso que sirve para fumigar la cocina cuando está infestada con chompepes; *Blatella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae); los informantes dijeron que estos insectos mueren al momento de fumigar. Ornamental, medicinal, sombra, combustible.

Bosque mesófilo de montaña, cultivada.

Medio Monte, San Bartolo Tutotepec.



Referencias: En Cameroon, los

granjeros usan las ramas de *Cupressus sempervirens* para proteger de las plagas a los productos almacenados (Tapondjou *et al.*, 2000).



***Cuscuta tinctoria* Martius., Cuscutaceae, fideo,**

1115

Los tallos frescos de esta planta parásita se ponen en los nidos de las gallinas para eliminar a los borucos. Medicinal. Matorral xerófilo.

Pachuca.



***Cyathea fulva* (M. Martens & Galeotti) Fée, Cyatheaceae, pesma, 1531**



Las hojas o frondas frescas de este helecho arborescente se colocan en los nidos de las gallinas para evitar o eliminar a los chahuistles. Medicinal, artesanal, ornamental. Bosque mesófilo de montaña. Medio Monte, San Bartolo Tutotepec.





***Dalbergia palo-escrito* Rzedowski & Guridi-Gómez, Fabaceae, palo escrito, 1069**

Las ramas frescas de este árbol se queman para fumigar casas infestadas con cucarachas. Maderable, combustible, cerca, sombra. Bosque mesófilo de montaña.

Lolotla.

***Dalea bicolor* Humb. & Bonpl. var. *bicolor*, Fabaceae, barba de chivo, 1870**

Las ramas frescas de este arbusto se ponen en los nidos de las gallinas para eliminar a los gorgojos. Al ganado se le amarra cerca de este arbusto para evitar que los insectos se les acerquen. Doméstico, medicinal. Matorral xerófilo.



Pontadero, Metztitlán; La Noria, Alfajayucan.

***Dalea foliolosa* (Ait.) Barneby var. *foliolosa*, Fabaceae, limoncillo, 1879**

Las ramas frescas de esta hierba se hierven en agua y con la infusión se lava la cabeza para eliminar a los piojos. Medicinal. Bosque de coníferas (*Juniperus*). Singuilucan.

***Decatropis bicolor* (Zucc.) Radlk., Rutaceae, arantó, palo de gusano, 1051**



Las hojas frescas del arbusto se tuestan en un comal (lámina metálica o de barro, usada en la cocina, la cual se calienta para preparar alimentos), se muelen en un molcajete (especie de mortero de piedra que se emplea en la cocina) y el polvo se aplica en las heridas agusanadas del ganado, para matar a las larvas de la mosca o se lavan con la infusión de las ramas de este arbusto y las de *Lythrum vulneraria*, *Pinaropappus*

roseus roseus, *Mimulus glabratus* y *Equisetum myriochaetum*. Medicinal, ceremonial. Matorral xerófilo. Plomosas, San Andrés, Actopan.

Referencias: *D. bicolor* contiene triacontano, β -sitosterol y los alcaloides ictamnina y skimmianina (Domínguez *et al.*, 1971). Las cumarinas que contiene presentaron actividad anti inflamatoria (García-Argáez *et al.*, 2000); la seselina, una de las cumarinas, protege al maíz de la contaminación con *Aspergillus flavus* (Cárdenas-Ortega *et al.*, 2007); los extractos inhibieron el crecimiento de este hongo (Cárdenas-Ortega *et al.*, 2005).

***Diospyros digyna* Jacq., Ebenaceae, zapote negro, 1867**



Las ramas frescas de este árbol se colocan en los nidos de las gallinas para evitar o eliminar a los chahuistles. Comestible, cerca. Bosque tropical perennifolio, cultivada. San Bartolo Tutotepec.



***Dodonaea viscosa* (L.) Jacq., Sapindaceae
bindri, 977**

Los toros y las vacas se amarran cerca de este arbusto para que restrieguen la cabeza en las ramas para eliminar a las garrapatas (Arachnida). Combustible, construcción. Matorral xerófilo. La Noria, Alfajayucan.



***Equisetum myriochaetum* Schltdl. & Cham., Equisetaceae**

cola de caballo, 1093

La planta se hierve con ramas de *Decatropis bicolor*, *Lythrum vulneraria*, *Cuphea lanceolata*, *Mimulus glabratus* y *Pinaropappus roseus* var. *roseus*, la infusión se aplica en heridas agusanadas del ganado para eliminar a las larvas de la mosca.

Medicinal.

Vegetación acuática y subacuática, bosque de *Quercus*.



San Andrés, Actopan.

Referencias: Los extractos de *E. myriochaetum* (Equisetaceae) presentaron mortalidad en larvas de *Leptophobia aripa elodia*, una plaga de la col (Ramírez-Moreno *et al.*, 2001).

***Erythrina americana* Mill., Fabaceae, pemuche, 1422**



Las semillas de este árbol se echan al fogón prendido para quemarlas, el humo sirve para fumigar la cocina cuando está infestada con chompepes; los informantes dijeron que estos insectos mueren al momento; también recomendaron que las personas salgan de las cocinas cuando se esté fumigando. Cuando las ardillas, *Spermophilus variegatus* (Rodentia: Sciuridae), son una plaga las semillas se riegan cerca de los nidos las



ardillas las comen y mueren envenenadas. Comestible, medicinal, cerca, ornamental, artesanal, combustible, juego. Bosque mesófilo de montaña y tropical perennifolio, cultivada. Dequeñá, Tenango; San Bartolo Tutotepec;

Emiliano Zapata.

Referencias: *E. americana* se emplea como repelente de insectos en diversos países (Secoy and Smith, 1983). Las semillas contienen 1.056% de alcaloides, los cuales presentaron mortalidad en ratones y en ratas (Sotelo *et al.*, 2001); los alcaloides de semillas provocaron mortalidad en larvas de *Culex quinquefasciatus*, además se identificaron los alcaloides diénicos erisopina, erisovina, erisodina, así como los lactónicos α y β -eritroidina; la erisovina y β -eritroidina produjeron mortalidad en el insecto de prueba (García-Mateos *et al.*, 2004). Las semillas contienen una lecitina que presentó actividad hemoaglutinante (Ortega *et al.*, 1990); las flores contienen los alcaloides α y β -eritroidina (Aguilar *et al.*, 1981).

Eupatorium espinosarum Gray, Asteraceae

hierba del aire, 1804



Las ramas frescas de este arbusto se colocan en los nidos de las gallinas para eliminar a los borucos.

Medicinal, combustible.

Matorral xerófilo.

Orizabita, Ixmiquilpan.

***Eupatorium petiolare* Moc. ex. DC., Asteraceae, yolochichi, 1723, 1849**

Para sacar a una garrapata, *Boophilus* sp. (Ixodida : Ixodidae) que se introdujo al oído de una persona, se machacan unas hojas de este arbusto y se introducen en el oído afectado. Las hojas se muelen con cal en grano y la pasta se aplica en las heridas agusanadas de cerdos capados (castrados) y en las gusaneras de las vacas para eliminar a las larvas de la mosca. Medicinal, cerca. Matorral xerófilo, bosque de *Quercus*. Pachuca; Nopala; Omitlán.



***Euphorbia furcillata* H.B.K. var. *furcillata*, Euphorbiaceae, hierba de la pulga, 692**



Las ramas frescas de este arbusto se restriegan en agua con la cual se bañan a perros y gatos infestados con pulgas, para eliminarlas. Bosque de coníferas (pino) y *Quercus*. Epazoyucan;

Omitlán.

***Flourensia resinosa* (Brandeggee) S.F. Blake, Asteraceae, san pedro, t'sapto, 1832**



Con el humo se fumiga el maíz para evitar que sea atacado por gorgojos y palomillas; para hacerlo se construye un tapanco de madera (plataforma) en las ramas de un mezquite, *Prosopis laevigata* (Mimosaceae), en donde se colocan las mazorcas de maíz y debajo, en el suelo, se queman las ramas frescas o secas de este arbusto para llevar a cabo la fumigación o el tapanco se coloca encima del fogón de la cocina, de manera que el maíz que ahí se almacena queda expuesto al humo que produce la combustión de la planta.

Medicinal, combustible.

Matorral xerófilo.

Ixmiquilpan; Yolotepec, Santiago de Anaya.

***Galphimia glauca* Cav., Malpighiaceae, pulguilla, 700, 1435**



Las ramas frescas de este arbusto se restriegan en agua con la que se riegan patios y habitaciones infestadas con pulgas para matarlas. Este mismo extracto acuoso se emplea para bañar a los perros afectados con estos insectos, para eliminarlos. Bosque tropical perennifolio. Coyolapa, Atlapexco, Huejutla.

***Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp., Fabaceae, flor de sol, 1633**

Las flores de este árbol se muelen con masa de maíz, luego se ponen trozos en los sitios infestados con ratones, *Mus musculus* (Rodentia : Muridae) que los comen y se envenenan. Comestible, ornamental, cerca. Cultivada. San Felipe Orizatlán.



Referencias: *Gliricidia sepium* tuvo efectos insecticida y rodenticida (Prakash & Rao, 1997) y produjo mortalidad en ratones albinos adultos (Martin de la Guardia *et al.*, 2003).

Guazuma ulmifolia Lam., Sterculiaceae, guásima, 1306



Las ramas frescas de este árbol se colocan en gallineros infestados con chahuistles, estos insectos son atraídos hacia las hojas y cuando ya se encuentran agregados en ellas, las ramas se queman para matarlos.

Medicinal, comestible, forraje, combustible, cerca.

Bosque mesófilo de montaña.

San Juan, Huazalingo.

***Hamelia patens* Jacq., Rubiaceae, maduraplátano, 1151**



Las ramas frescas de este arbusto se hierven en agua y con la infusión se lavan las heridas agusanadas de las vacas para eliminar a las

larvas de la mosca. Medicinal. Bosque tropical perennifolio. Oxtomal, Huejutla.

***Haplopappus venetus* (H.B.K.) Blake var. *venetus*, Asteraceae, popote, 1859**



Las ramas frescas del arbusto se ponen en los nidos de las gallinas para evitar la infestación con gorupos. Medicinal. Matorral xerófilo. Mineral de la Reforma.

***Helianthemum glomeratum* (Lag.) Lag., Cistaceae, Santa Martha, 326**



Esta hierba perenne o arbusto pequeño fresco o seco se hierve en agua y con la infusión se lavan las heridas agusanadas de las ovejas para eliminar a las larvas de la mosca. Medicinal. Bosque de *Quercus*. Singuilucan.

***Heterotheca inuloides* Cass., Asteraceae, árnica, 1860**



Las hojas frescas de esta hierba perenne se machacan y se aplican en las gusaneras de caballos para eliminar a las larvas de la mosca. Las ramas se hierven en agua y con la infusión se lavan estas heridas.

Medicinal.

Matorral xerófilo.

Actopan, Atotonilco el Grande, Singuilucan.

***Hyptis verticillata* Jacq., Lamiaceae, hierba negra, epazotillo, 1252,1563,1704, 1780**



Las ramas frescas de esta hierba se colocan en los nidos de gallinas para evitar o eliminar a los chahuistles. Con las ramas o con las plantas completas se hacen escobas para barrer sitios infestados con pulgas para eliminarlas. Medicinal. Bosque tropical perennifolio. Oxtomal, Huejutla; Tlanchinol, San Bartolo Tutotepec.

Referencias: los aceites esenciales de *H. verticillata* contienen a los sesquiterpenos aromadendr-1(10)-en-9-ona (squamulosa) (30.7%) y cadina-4,10(15)-dien-3-ona (15.1%), los aceites presentaron actividad en la garrapata del ganado, *Boophilus microplus* y produjeron toxicidad en *Cylas formicarius elegantulus* (Coleoptera:Curculionidae), una plaga de la papa (Porter *et al.*, 1995; Facey *et al.*, 2005).

***Ipomoea stans* Cav., Convolvulaceae, tlaxcapán, 479, 696, 811**



Las ramas frescas de esta hierba perenne se queman dentro de los gallineros infestados con gorupos para eliminarlos. Las ramas frescas o secas de esta planta se emplean para hacer el nido de las gallinas que van a

empollar para que no se infesten con gorupos, además a este nido se pueden añadir unas ramas de trompetilla, *Bouvardia ternifolia*. Un trozo de rizoma de esta planta se machaca y el jugo se agrega al agua del bebedero de las gallinas para que la tomen y no tengan gorupos. Cuando las personas están en el campo y permanecen de pie en un sólo sitio, por ejemplo al estar platicando, se paran sobre unas ramas de esta planta para evitar que las hormigas se les suban a los pies. En ocasiones los perros se acuestan sobre esta planta, se considera que lo hacen para eliminar a las pulgas. Medicinal, comestible, combustible. Matorral xerófilo. Pachuca, Mineral de la Reforma, Zempoala.

Referencias: *I. stans* contiene tres tetrasácaridos glucosídicos con actividad en *Staphylococcus aureus* y *Bacillus subtilis* (Reynolds *et al.*, 1995) y citotóxica en dos líneas celulares cancerígenas (León *et al.*, 2004); los extractos de otra especie, *I. intrapilosa*, tuvieron actividad bioinsecticida en larvas de *Spodoptera frugiperda* (Lina García, 2006).

***Juniperus deppeana* Steud., Cupressaceae, tláxcal, 871**



En la región el maíz se almacena en un tapanco de madera colocado encima del fogón de la cocina, de manera que queda expuesto al humo que producen las ramas de este árbol, que se usan como leña, de esta forma se evita que el maíz sea atacado por gorgojos y palomillas. Las ramas se colocan en los nidos de las gallinas con gorupos.

Comestible, medicinal, combustible.

Bosque de coníferas (*Juniperus*).

Ixmiquilpan; Alcholoaya, Acatlán.

Referencias: Los extractos de madera y corteza de *J. deppeana*, redujeron la sobrevivencia de las termitas *Reticulitermes flavipes* (Adams *et al.*, 1988).

***Juniperus flaccida* Schlecht., Cupressaceae, sabino, 1060**

Las ramas frescas del árbol se colocan en los nidos de gallinas para eliminar a los gorupos. Las ramas frescas o secas se queman dentro del gallinero cuando está infestado con estos insectos, para fumigar el lugar. Medicinal, combustible, ornamental. Bosque de coníferas (*Juniperus*). Alcholoya, Acatlán.

***Justicia spicigera* Schlect., Acanthaceae, muicle, mohuite, 1656**

Las ramas frescas de este arbusto, con o sin flores, se colocan en los nidos de las gallinas (*Gallus gallus*) para evitar o eliminar a los chahuistles, *Menopon gallinae* (Phthiraptera : Menoponidae).

Medicinal, cerca, ornamental, colorante, artesanal, bebida.

Planta cultivada.

Oxtomal, Huejutla.



***Kalanchoe pinnata* (Lam.) Pers., Crassulaceae, totopo, tronadora, 875**



Las hojas frescas de esta hierba perenne se colocan en los nidos de las gallinas para eliminar a los gorpupos. Las hojas se machacan en agua en la que se remojan los granos de maíz para evitar que sea infestado con gorgojos. Medicinal, juego. Maleza, bosque tropical perennifolio. San Bartolo Tutotepec; Huazalingo.

***Lepidium schaffneri* Thell., Brassicaceae, lentejilla, 1703**



Se arrancan varias de estas hierbas con todo y raíz y se amarran para hacer una escoba con la que se barren patios o habitaciones con pulgas. Se recogen plantas completas de lentejilla, de *Hyptis verticillata* y *Parthenium hysterophorus* para hacer una cama sobre la que se pone a secar el frijol para evitar que sea infestado con pulgas y hormigas. Medicinal. Bosque mesófilo de montaña. San Juan, Huazalingo; Tlanchinol.

***Liquidambar styraciflua* L., Hamamelidaceae, suchiate, copal, somerio, 1141**

Las hojas frescas de este árbol se colocan en los nidos de gallinas para matar a los borucos. Se recolectan ramitas secas de este árbol y se queman, luego las gallinas infestadas con borucos se pasan por el humo que se produce, después las aves se bañan con agua fría y cuando ellas se rascan se caen los borucos. Las golondrinas (Aves) hacen sus nidos en los tejados y en el interior de las casas, cuando se infestan con chahuistles (artrópodos no identificados) éstos caen de los nidos y afectan



a las personas causando irritación y comezón; para eliminar a los chahuistles se ponen trocitos frescos o secos del tallo de este árbol en las brasas y con el humo que producen se fumigan los sitios infestados, los informantes dijeron que esto no perjudica a las golondrinas, a sus polluelos ni a las personas, sólo elimina a los chahuistles. Las ramas frescas del árbol se echan encima del fogón prendido, lo que produce un humo espeso que sirve para fumigar la cocina cuando está infestada con chompepes; los informantes dijeron que los chompepes mueren al momento de fumigar.

Medicinal, maderable, combustible, ornamental, resina, ceremonial.

Bosque mesófilo de montaña.

Medio Monte, San Bartolo Tutotepec.

Referencias: *L. styraciflua* se emplea como repelente de insectos en diversos países (Secoy & Smith, 1983); en el árbol se identificaron dos triterpenoides, el ácido 6 β ,30-dihidroxi-3-oxolup-20(29)-en-28-oico y ácido 3 α -hidroxi-11-oxoolean-12-en-28-oico (Fukuda *et al.*, 2006).

***Lonchocarpus hermannii* M. Sousa, Fabaceae, hierba del ratón, 1100**



Las flores se muelen con aguamiel (el líquido azucarado de los magueyes, *Agave* sp., que se fermenta para elaborar pulque), la mezcla se coloca en un plato para que la beban los ratones para envenenarlos; las flores se muelen con la masa de maíz y se ponen trozos en los sitios frecuentados por estos roedores para que los coman y mueran envenenados. Las ramas de la planta junto con las de *Ruta graveolens*, *Rosmarinus officinalis* y estiércol se

quemán para eliminar gorpupos o pulgas.

Bosque de coníferas (*Juniperus*) y bosque de *Quercus*.

Plomosas, Actopan.

Referencias: Los productos de *Lonchocarpus hermannii* exhibieron efectos antialimentarios e insecticidas en especies como *Spodoptera eridania* (Lepidoptera) (Prakash & Rao, 1997).

Lythrum vulneraria Schrank, Lythraceae, hierba del cáncer, 1006



Las ramas frescas de esta hierba se hierven junto con *Decatropis bicolor*, *Cuphea lanceolata*, *Pinaropappus roseus roseus*, *Mimulus glabratus* y *Equisetum myriochaetum*, la infusión se aplica en las heridas agusanadas del ganado para eliminar a las larvas de la mosca.

Medicinal. Bosque de *Quercus*.

San Andrés, Actopan.

***Malva parviflora* L., Malvaceae, malva, 812**



La raíz de esta hierba anual se hierve en agua y la infusión se aplica en las heridas agusanadas del ganado para eliminar a las larvas de la mosca. Comestible, medicinal. Maleza. Santa Mónica, Epazoyucan.

***Marrubium vulgare* L., Lamiaceae, marrubio, 1788**



Las ramas frescas del arbusto se ponen en los nidos de las gallinas para evitar la infestación con gorupos. Medicinal. Maleza. Mineral de la Reforma.

***Mentha rotundifolia* (L.) Huds., Lamiaceae, mastranto, 1140, 1825, 1837**



Las ramas frescas de la hierba se colocan en la cama, entre las cobijas, para matar chinches, *Cimex lectularius* (Hemiptera : Cimicidae) y pulgas; las ramas se ponen debajo del petate (estera o alfombra hecha de tiras entretejidas de hojas de palma o de otras plantas, que sirve como cama) infestado con estos insectos. El follaje fresco o seco se restriega en agua y se riegan habitaciones o patios con pulgas; el extracto es para bañar perros infestados con estos ectoparásitos; también es para eliminar piojos, para lo cual la persona se lava la cabeza, se cubre con una toalla y se expone al sol durante unos minutos. Medicinal. Maleza, bosque de coníferas (pino) y *Quercus*. Mineral del Monte; Tutotepec, San Bartolo Tutotepec; Acaxochitlán.

Referencias: El extracto de diclorometano de *Mentha rotundifolia* produjo mortalidad en *Tribolium castaneum* (Coleoptera:Tenebrionidae) (Clemente *et al.*, 2003).

***Microsechium helleri* (Peyr.) Cogn., Cucurbitaceae, chicamol, 1002, 1822**

En ocasiones la lana de ovejas almacenada se infesta con pulgas, para eliminar a estos insectos la raíz de esta hierba trepadora o rastrera se machaca en agua, en la cual se remoja la lana. Este extracto también se usa para bañar a los perros con pulgas. Bosque de coníferas (pino), *Quercus* y tropical perennifolio. Acaxochitlán; San Bartolo Tutotepec; Dequeñá, Tenango.



***Milla biflora* Cav., Alliaceae, pan de agua, estrellita, 719**



Con las flores de esta hierba perenne y las de gallitos, *Calochortus barbatus*, se hacen ramos y se ponen en la mesa del comedor o de la cocina para ahuyentar a las moscas, *Musca domestica* (Diptera : Muscidae). Comestible, ornamental.

Bosque de coníferas (*Juniperus*).

Emiliano Zapata.

***Mimulus glabratus* H.B.K., Scrophulariaceae, hierba del cáncer de agua, 1031**



Las ramas se hierve junto con *Decatropis bicolor*, *Cuphea lanceolata*, *Pinaropappus roseus roseus*, *Lythrum vulneraria* y *Equisetum myriochaetum*, la infusión se aplica en las heridas agusanadas del ganado para eliminar a las larvas de la mosca. Medicinal. Vegetación acuática y subacuática. San Andrés, Actopan.

***Montanoa tomentosa* Cerv., Asteraceae, zopacle, 1010**

Se hace un ramo con ramas de este arbusto, de pericón, *Tagetes lucida*, de la hierba del perro, *Solanum cervantesii*, ruda, *Ruta graveolens*, romero, *Rosmarinus officinalis* y pirú, *Schinus molle* en medio del ramo se pone estiércol de vaca, cabra o de oveja, luego se quema y el humo se aplica en nidos de gallinas para evitar la infestación con gorupos; el humo también se aplica a perros para eliminar a las pulgas y a personas



para los piojos. Medicinal, juegos. Matorral xerófilo. Plomosas, Actopan.

Referencias: En los tricomas glandulares de *M. tomentosa* se detectaron los ácidos diterpénicos kaurenoico y grandiflorenico, además β -eudesmol y valenceno (Robles-Zepeda *et al.*, 2009), este último es precursor de nootkatona, un potente termicida, insecticida y acaricida (Panella *t al.*, 2005; Dietrich *et al.*, 2006 citados en Robles-Zepeda *et al.*, 2009).

***Musa paradisiaca* L., Musaceae, plátano, 1821**

Las hojas secas de esta planta arbórea se ponen en los nidos de las gallinas para eliminar a los gorgojos.

Comestible, medicinal, uso doméstico.

Planta cultivada.

Pie de Cerro, San Bartolo Tutotepec.



***Myrtillocactus geometrizans* (Mart. ex Pfeiff.) Cons.,**

Cactaceae, garambullo, 1818



Con el humo se fumiga el maíz para evitar que sea atacado por gorgojos y palomillas; para hacerlo se construye un tapanco de madera (plataforma) en las ramas de un mezquite, *Prosopis laevigata* (Mimosaceae), en donde se colocan las mazorcas de maíz y debajo, en el suelo, se queman las ramas secas de esta planta arborescente para llevar a cabo la fumigación o el tapanco se coloca encima del fogón de la cocina, de

manera que el maíz que ahí se almacena queda expuesto al humo que produce la combustión de esta planta. Comestible, ornamental, veterinario, artesanal. Matorral xerófilo. Ixmiquilpan; Yolotepec, Santiago de Anaya.

***Nicotiana glauca* Graham, Solanaceae, fraile, 1125**



Se cortan ramas de este arbusto y de inmediato se tienden alrededor de los terrenos cultivados con maíz, esto se hace para impedir que los caracoles, *Helix* sp. (Pulmonata : Helicidae), entren al cultivo y lo ataquen; los informantes dijeron que los caracoles mueren si intentan pasar sobre las ramas tiradas. Esto mismo se hace para evitar que las hormigas se introduzcan a las casas. Medicinal, sombra. Maleza. Mineral de la

Reforma; Ixmiquilpan.

Referencias: *Nicotiana glauca* presentó repelencia moderada en *Anopheles gambiae* (Diptera) (Waka *et al.*, 2004).

***Nicotiana obtusifolia* M. Martens & Galeotti, Solanaceae, tabaco, 1862**

La parte aérea de esta planta se hierva en agua, el extracto se deja reposar dos días para que fermente, luego con este líquido se rocían las semillas de frijol almacenado para que no se infesten con gorgojos (Coleoptera). La planta seca molida se esparce en algunos sitios para ahuyentar a ratas y ratones. Medicinal. Matorral xerófilo. La Noria, Alfajayucan.



Nicotiana tabacum L., Solanaceae, tabaco, 1118, 1800



Las hojas secas se muelen y el polvo se riega alrededor de las casas para ahuyentar a las serpientes como las maguaquites, *Botrops atrox* (Squamata : Viperidae). El polvo se riega alrededor de las matas de cacahuete (*Arachis hipogaea*) para evitar que los armadillos *Dasypus novemcinctus* (Xenarthra: Dasypodidae) rasquen y saquen a los frutos de esta planta para comerlos.

Las hojas frescas se ponen en nidos de gallinas y los gorupos se quedan pegados en su superficie. Cuando hay pulgas en la casa, las hojas frescas se tienden en el piso de patios y habitaciones para que estos insectos se queden pegados a las hojas cuando entran en contacto con ellas. Las hojas se queman para repeler cucarachas.

Estimulante, medicinal.

Maleza ruderal, bosque tropical perennifolio y de coníferas (pino).

Aquiscuatitla, Huejutla; San Bartolo Tutotepec; Jacala; Huautla.

***Opuntia tomentosa* Salm-Dyck, Cactaceae, nopal, 1784**



Las pencas de esta planta arbustiva en descomposición se machacan y la pasta se aplica en las heridas agusanadas de los caballos para eliminar a las larvas de la mosca.

Comestible, medicinal, cerca.

Matorral xerófilo.

Conejos, Atotonilco de Tula.

***Parthenium hysterophorus* L., chilchayate, Asteraceae, escoba amargosa, 920, 1155, 1241, 1249, 1375**



Se arrancan varias de estas hierbas con todo y raíz y se amarran con tiras de hojas de izote, *Yucca* sp. (Agavaceae) para hacer una escoba para barrer patios o habitaciones infestados con pulgas o con hormigas para eliminarlas o las ramas frescas de esta planta se restriegan en agua con la que se riegan esos sitios; con este extracto se pueden lavar la cabeza las personas que tienen piojos, para matarlos. Con esta planta completa junto con hierba negra o epazotillo,

Hyptis verticillata, y lentejilla, *Lepidium schaffneri*, se hace una cama en la que se pone a secar frijol para repeler pulgas y hormigas. Medicinal. Bosque tropical perennifolio, maleza. Huautla, Huejutla; Coyolapa, Atlapexco; Huazalingo; Yahualica; Tlanchinol.

Referencias: En Tamaulipas *Parthenium hysterophorus* tiene uso plaguicida (Hernández Sandoval *et al.*, 1991); la planta contiene lactonas sesquiterpénicas con actividad antialimentaria en *Spodoptera litura* (Lepidoptera) y *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera) (Datta & Saxena, 2001), los extractos afectaron al áfido *Lipaphis erysimi* (Sohal *et al.*, 2002); esta planta contiene un pseudoguaianolido, la parthenina, también cuatro pseudoguaianolides acetilados, así como coronopilina, tetraneurina A e hysteronea D., la parthenina y otros derivados presentaron efectos citotóxicos en cultivos de células cancerígenas (Das *et al.*, 2007).

***Penstemon roseus* (Sweet) G. Don, Scrophulariaceae, cantaritos, 1033, 1695**



Las ramas frescas de esta hierba se colocan en los nidos de gallinas para eliminar a los borucos. Las ramas se restriegan en agua con la que se bañan a los perros para matar a las pulgas. Medicinal, ceremonial. Bosque de coníferas (pino) y de *Quercus*. Epazoyucan, Acaxochitlán.

***Persea americana* P. Mill., Lauraceae, aguacate, 1366**

El árbol se usa para eliminar piojos. Se hace una incisión al tronco y el líquido que escurre se aplica en un pañuelo con el que se tapa la cabeza la persona afectada, quien debe sentarse al sol unos 20 minutos, después de lo cual los piojos mueren. Comestible, medicinal, ornamental, combustible. Bosque tropical perennifolio. Cultivada. Oxtomal, Huejutla.



Referencias: El árbol contiene 1,2,4-trihidroxinonadecano, 1,2,4-trihidroxihexadec-16-eno y 1,2,4-trihidroxihexadec-16-ino, algunos de éstos mostraron actividad larvica en *Aedes aegypti* y citotoxicidad en cultivos de varias líneas celulares (Oberlies *et al.*, 1998); un extracto de semillas de *P. americana* produjo una mortalidad en larvas de *Aedes aegypti* (Ramos Casillas *et al.*, 2007) y el diene (Z,Z)-2-hidroxi-4-oxohenicosa-12,15-dien-1-il acetato (persin) tuvo actividad antifúngica (Carman and Handley, 1999).

***Persea americana* var. *drymifolia* (Schldl. & Cham.) S. F. Blake, Lauraceae, aguacate oloroso, 1674**

Las ramas frescas de este árbol se hierven en agua, con la infusión se lava la cabeza para eliminar piojos. Comestible, medicinal, ornamental, combustible. Bosque tropical perennifolio. Planta cultivada. Oxtomal, Huejutla.



***Persea schiedeana* Nees, Lauraceae, pagua, 1226**



La madera seca o fresca de este árbol se pone a remojar en alcohol por varios días, la loción resultante se aplica en la cabeza para eliminar a los piojos. Comestible, medicinal, cerca, combustible.

Bosque tropical perennifolio. Planta cultivada. Ahuacatlán, Calnali.

***Petroselinum crispum* (P. Mill.) Nyman ex A.W. Hill, Apiaceae, perejil, 1876**



Las ramas frescas de esta hierba se colocan en el mostrador de las carnicerías y fruterías, para ahuyentar a las moscas.

Medicinal, comestible. Planta cultivada. Pachuca.

***Phaseolus coccineus* L., Fabaceae, ayocote, 1736**



Las semillas de esta hierba se muelen y el polvo que se obtiene se mezcla con granos de maíz que se colocan en las madrigueras de ardillas, *Spermophilus variegatus* y motocles, *S. mexicanus* (Rodentia: Sciuridae) que los comen y mueren envenenadas. Comestible. Cultivada. Matías Rodríguez, Singuilucan.

Phytolacca icosandra L., Phytolaccaceae, amole, 1558



Las ramas frescas se ponen en los nidos de las gallinas para eliminar a los gorpitos.

También se restriegan y se aplican en la cabeza para eliminar piojos.

Medicinal, comestible, doméstico.

Maleza ruderal, bosque mesófilo de montaña, de coníferas (pino) y *Quercus*.

Dequeñá, Tenango; Singuilucan.

***Pinaropappus roseus* (Less.) Less. var. *roseus*, Asteraceae, ispul, clavelito, 1835**



Esta hierba perenne se hierve junto con ramas de *Decatropis bicolor*, *Lythrum vulneraria*, *Cuphea lanceolata*, *Mimulus glabratus* y *Equisetum myriochaetum*, la infusión se aplica en las heridas agusanadas del ganado para eliminar a las larvas de la mosca.

Medicinal. Bosque de *Quercus*. San Andrés, Actopan.

Referencias: De *Pinaropappus roseus* se aislaron rhamnazin 3-O-rutinosido, rhamnocitrin 3-O-rutinosido, isorhamnetin 3-O-rutinosido, rutina y kaempferol 3-O-rutinosido, con actividad contra radicales libres (Harput *et al.*, 2004).

***Pinus greggii* Engelm. ex Parl., Pinaceae, ocote, 1190, 1345**



Se obtienen trozos pequeños, frescos o secos, de la raíz de este árbol, se colocan en una olla de barro, que tiene un orificio en la base, la olla se rodea con leña y se enciende, con el calentamiento los trozos de raíz producen una resina, llamada trementina, que escurre por el orificio en cuestión y se recoge en otro recipiente, la resina se mezcla con ceniza, tomada del fogón de la casa, y todo esto se revuelve con los granos de maíz, que después se siembran; esto se hace para evitar que los granos del maíz sean sacados del suelo por urracas, tejones, zorras, tuzas y ardillas, ya que la resina les produce un efecto repelente y los ahuyenta. Las hojas caídas, conocidas como ocochal, se recogen y se ponen en los nidos de las gallinas para matar a los gorpitos que las infestan.

Maderable, combustible, medicinal, resina. Bosque mesófilo de montaña y bosque de coníferas (pino). Medio Monte, San Bartolo Tutotepec, Ahuacatlán, Calnali.

Pinus patula Schlecht. & Cham., Pinaceae, ocote, 1336, 1842



Las hojas caídas, conocidas como ocochal, se recogen y se utilizan para hacer los nidos de las gallinas para eliminar a los borucos.

Maderable, combustible, medicinal, resina.

Bosque de coníferas (pino).

Acaxochitlán, Omitlán; Huasca.

***Plumbago pulchella* Boiss., Plumbaginaceae, pañete, 1738**



Las ramas frescas o secas de esta planta se hierven en agua que se usa para lavar las heridas agusanadas de las cabras y ovejas para matar a las larvas de la mosca. Medicinal.

Matorral xerófilo. Zempoala.

Referencias: Los extractos de hexano y cloroformo de tres especies de *Plumbago*, *P. zeylanica*, *P. dawei* y *P.*

stenophylla presentaron actividad larvicida en *Anopheles gambiae* (Maniafu *et al.*, 2009).

***Prosopis laevigata* (Willd.) M.C. Johnst., Mimosaceae, mezquite, 1086**

En la región el maíz se almacena en un tapanco de madera colocado encima del fogón de la cocina, de manera que queda expuesto al humo que producen las ramas de este árbol, que se usan como leña, de esta forma se evita que el maíz



sea atacado por gorgojos y palomillas. Medicinal, sombra, combustible, comestible, forraje, maderable, cerca, uso doméstico. Matorral xerófilo. Ixmiquilpan.

***Protium copal* (Schltdl. & Cham.) Engl., Burseraceae, copal, 520**

Las ramas frescas o secas de este árbol se queman y las gallinas infestadas con borucos se pasan por el humo producido para fumigarlas. Comestible, medicinal, resina. Bosque tropical perennifolio. San Felipe Orizatlán.



***Pseudogynoxys chenopodioides* (Kunth)**

Cabrera, Asteraceae, árnica, 1365, 1591, 1641

Las hojas frescas de esta planta trepadora se machacan y se aplican en heridas agusanadas de vacas y caballos para eliminar a las larvas de la mosca. Con el humo producido al quemar ramas secas de esta planta se fumigan casas infestadas



con cucarachas, *Periplaneta americana* (Dictyoptera : Blattellidae).



Medicinal. Bosque mesófilo de montaña y tropical perennifolio. Molango; Ahuacatlán, Calnali; San Bartolo Tutotepec.

Referencias: De *Pseudogynoxys chenopodioides*, se obtuvieron quinoles y un derivado de germacreno D (Merikli *et al.*, 1988 citado en Romo de Vivar *et al.*, 2007), en el género *Pseudogynoxys* no se han reportado ni alcaloides pirrolizidínicos ni eremofilanos (Romo de Vivar *et al.*, 2007).

***Psidium guajava* L., Myrtaceae, guayaba, 1228, 1434, 1467**

Algunos frutos de este árbol se cortan a la mitad y los trozos se ponen en un plato que se coloca en la mesa o en la cocina, esto atrae a las cucarachas que comen el fruto y mueren al otro día. Los frutos se



machacan y la pasta se aplica donde hay chinches para eliminarlas. Las hojas frescas o los frutos se muelen con masa de maíz, se hacen trozos pequeños y se ponen en los sitios frecuentados por los chompepes para que los coman y mueran envenenados. Las ramas



se emplean para hacer escobas para barrer patios y habitaciones infestados con pulgas para matarlas. Comestible, medicinal, ornamental, combustible. Planta cultivada. Bosque tropical perennifolio y mesófilo de montaña. San Bartolo Tutotepec; Jacala; Metztlán.

Referencias: Los frutos de *P. guajava* contienen 4-metoxi-2,5-dimetil-3(2*H*)-furanona, 4-hidroxi-2,5-dimetil-3(2*H*)-furanona, 3-sulfanilhexil acetato, 3-sulfanil-1-hexanol, 3-hidroxi-4,5-dimetil-2(5*H*)-furanona, (*Z*)-3-hexenal, *trans*-4,5-epoxi-(*E*)-2-decenal, cinamil alcohol, etil butanoato, hexanal, metional, acetate de cinamilo, 3-sulfanilhexil acetato, 3-sulfanil-1-hexanol, 2-hidroxi-3-metilpentanoates, 3-sulfanilhexil acetato, 3-sulfanil-1-hexanol, 3-hidroxi-4,5-dimetil-2(5*H*)-furanona, *trans*-4,5-epoxy-(*E*)-2-decenal (Steinhaus *et al.*, 2008), algunas de estas sustancias tienen efectos antimicrobianos (Sung *et al.*, 2007). En el perfil aromático los compuestos mayoritarios son 2-metil-1-propanol, butanol, 3-hidroxi-2-butanona, acetal, 3-metil-1-butanol, 2-metil-1-butanol, etil butirato, hexanol y octanol (Jordán *et al.*, 2003). Los extractos de *P. guajava* tuvieron actividad insecticida en adultos de *Sitophilus granarius* (Coleoptera) (Golob *et al.*, 1999).

***Pteridium arachnoideum* (Kaulfuss) Maxon, Dennstaedtiaceae, pesma, 1846, 1847**



Las hojas o frondas frescas de este helecho se colocan en los nidos de las gallinas para evitar o eliminar a los chahuistles. Bosque mesófilo de montaña. Ahuacatlán, Calnali; Dequeñá, Tenango, Medio Monte, San Bartolo Tutotepec.



Referencias: *Pteridium aquilinum* var. *arachnoideum* contiene prunasina (Alonso-Amelot and Oliveros, 2000). Los extractos de *Pteridium aquilinum* presentaron actividad antibacteriana; en estos extractos se detectaron aceites volátiles, glicósidos cardíacos, antraquinonas y glicósidos cianogénicos (Hassan *et al.*, 2007). *P. aquilinum*, produjo efectos insecticidas en *Tribolium castaneum* (Herbst) (Insecta: Coleoptera: Tenebrionidae) (Jbilou *et al.*, 2007).

***Rhus standleyi* Barkley, Anacardiaceae, arraigán, 1083**

Las ramas de este arbusto o árbol, se hierven y con la infusión se lavan las heridas agusanadas de los caballos para eliminar a las larvas de la mosca. Medicinal, combustible. Bosque de coníferas (*Juniperus*). Singuilucan.



***Ricinus communis* L., Euphorbiaceae, higuera, 1083**



Se muelen las semillas de este arbusto y el polvo se mezclan con los granos de maíz para impedir que sean infestados con gorgojos. Medicinal. Maleza. San Bartolo Tutotepec.

Referencias: Los aceites de *R. communis*, presentaron mortalidad en *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae), una plaga de semillas de *Hibiscus cannabinus* L. (Malvaceae), los aceites no afectaron adversamente la germinación de las semillas de *H. cannabinus* (Haque *et al.*, 2001)

***Rosmarinus officinalis* L., Lamiaceae, romero, 1813**



Con las ramas de este arbusto y las de *Tagetes lucida*, *Solanum cervantesii*, *Montanoa tomentosa*, *Ruta graveolens* y *Schinus molle* se hace un ramo, en medio se pone estiércol de vaca, cabra o de oveja, luego se quema y el humo se aplica en nidos de gallinas para evitar a los gorupos; con el humo se fumiga a perros con pulgas y a personas con piojos. Medicinal, ornamental, comestible, ritual. Planta cultivada. Plomosas, Actopan.

Referencias: *Rosmarinus officinalis* se emplea como repelente de insectos en diversos países (Secoy & Smith, 1983); en los aceites esenciales, el monoterpeno principal es 1,8-cineol, los aceites fueron tóxicos en *Tribolium confusum* (Coleoptera) (Isikber *et al.*, 2006).

***Ruta graveolens* L., Rutaceae, ruda, 850**



Se hace un ramo con ramas de esta planta, de *Tagetes lucida*, *Solanum cervantesii*, *Schinus molle* y *Montanoa tomentosa* en medio del ramo se pone estiércol de vaca, cabra o de oveja, luego se quema y el humo se aplica en nidos de gallinas para evitar la infestación de gorpops; el humo también se aplica a perros para eliminar a las pulgas y a humanos para los piojos. Planta cultivada. Plomosas, Actopan.

Referencias: *Ruta graveolens* se emplea como repelente de insectos en diversos países (Secoy & Smith, 1983); en España, varias especies de *Ruta* se utilizan para repeler moscas, mosquitos y avispas, para proteger la ropa de las polillas, alejar serpientes, ratas y ratones, proteger pollos de gatos y zorras y como repelente de plagas de plantas de jardín (San Miguel, 2003).

***Salix taxifolia* Kunth, Salicaceae, sauce, 1057**



Las ramas frescas de este árbol se extienden en el suelo y encima se ponen las mazorcas de maíz para secarlas, las ramas son para ahuyentar a los insectos. Medicinal.

Bosque de coníferas. San Juan Amajac, Eloxochitlán.

***Schinus molle* L., Anacardiaceae, pirú, 1863, 1864, 1865**



Las ramas de este árbol se cuelgan en las puertas de las habitaciones para evitar que las moscas entren; cuando hay fiestas las ramas se cuelgan en los patios, alrededor de las mesas donde se sirve la comida, para repeler a estos insectos. Las ramas se queman en el interior de las casas para ahuyentar a las moscas, después se cuelga una rama en la puerta para que los insectos no regresen. Las hojas y los frutos secos caídos se ponen en los nidos de las gallinas para eliminar a los gorpitos, *Menopon gallinae* (Phthiraptera : Menoponidae). Con las ramas de esta planta y las de *Tagetes lucida*, *Solanum*

cervantesii, *Montanoa tomentosa*, *Rosmarinus officinalis* y *Ruta graveolens* se hace un ramo, en medio se pone estiércol de vaca, cabra o de oveja luego se quema para fumigar nidos de gallinas con gorupos, a perros con pulgas, *Ctenocephalides canis* (Siphonaptera : Pulicidae) y a personas con piojos, *Pediculus humanus* (Phthiraptera : Pediculidae). Comestible, forraje, combustible, bebida, ornamental, sombra, medicinal, construcción, cerca, juego, desodorante. Matorral xerófilo. Plomosas, Actopan; Conejos, Atotonilco de Tula; Mineral de la Reforma, Pachuca, Zapotlán, Zempoala.



Referencias: En Etiopía, *S. molle* se usa como replente de mosca doméstica, *Musca domestica* L., los extractos volátiles mostraron efectos repelentes y disuasivos de la alimentación de este insecto, los compuestos activos se identificaron como *cis*-menth-2-en-1-ol y *trans*-piperitol (Wimalaratne *et al.*, 1996). Los extractos de frutos redujeron la infestación de *Busseola fusca* en maíz (Assefa and Ferdu, 1999), tuvieron efectos repelentes e insecticidas en *Triatoma infestans* (Ferrero *et al.*, 2006) y en *Blattella germanica* (Ferrero *et al.*, 2007b).

***Senecio sanguisorbae* DC., Asteraceae, rabanillo, 1040**

Las hojas frescas de esta hierba se colocan en los nidos de las gallinas para eliminar a los borucos. Medicinal. Bosque de coníferas (*Abies*). Mineral del Monte.



***Solanum cervantesii* Lag., Solanaceae, chichimequilla, hierba del perro, 1767**



Se hace un ramo con ramas de este arbusto, de pericón, *Tagetes lucida* y de romero, *Rosmarinus officinalis*, en medio del ramo se pone estiércol de vaca,

cabra o de oveja, luego se quema y el humo se aplica en nidos de gallinas para evitar la infestación con gorupos; el humo también se aplica a perros para eliminar a las pulgas. Las flores se machacan y se mezclan con masa de maíz o pan y se da a comer a perros que son una plaga para envenenarlos. Medicinal. Matorral xerófilo. Plomosas, Actopan.

Solanum corymbosum Jacq., Solanaceae, tomatillo, 1856



Las hojas frescas se machacan y se aplican en heridas de caballos y burros causadas por la mordedura de víboras e infestadas con larvas de la mosca para eliminarlas.

Matorral xerófilo.

San Juan Solís,

San Agustín Tlaxiaca.

Solanum nigrescens Mart. & Gal., Solanaceae, 1479

hierba mora



Las ramas frescas o secas de esta hierba se hierven en agua y la infusión se aplica en las heridas agusanadas de cabras, ovejas y burros eliminar a las larvas de la mosca.

Medicinal, comestible.

Matorral xerófilo.

Mineral de la Reforma.



Solanum torvum Sw., Solanaceae, bernjena, 1330



Las hojas frescas del arbusto se muelen y con la pasta se tapan las heridas agusanadas de las vacas, al otro día la herida ya no tiene ninguna larva.

Medicinal

Bosque tropical perennifolio.

San Bartolo Tutotepaec.

Sphaeralcea angustifolia (Cav.) G. Don, Malvaceae, hierba del negro, 834, 1873



La raíz de esta planta herbácea perenne se hierve en agua y la infusión se aplica en las heridas agusanadas de burros y vacas para eliminar a las larvas de la mosca.

Medicinal.

Matorral xerófilo, maleza.

Santa Mónica, Epazoyucan, San Agustín Tlaxiaca.



***Spigelia longiflora* Sessé & Moc., Loganiaceae, hierba del burro, 1120**



Cuando el maíz está fructificando, algunos perros se comen la mazorca y para sacrificar a estos animales se procede de la siguiente forma. Cualquier parte de esta hierba perenne, fresca o seca, se muele con masa de maíz, luego se hacen tortillas que se dejan en la milpa, los perros las comen y mueren envenenados. Bosque de *Quercus*. Mineral del Monte.

***Stachys coccinea* Jacq., Lamiaceae, conejito, 1029**



Esta hierba fresca se coloca en los nidos de las gallinas para eliminar a los borucos. Otra forma de uso es hervirla en agua y la infusión se da a tomar a las gallinas para matar a estos insectos. Bosque de coníferas (pino) y de *Quercus*, pastizal. Epazoyucan.

***Tagetes erecta* L., Asteraceae, cempasúchil, cempoal, flor de muerto, 1091, 1134, 1266, 1299**

Se deja que esta planta anual crezca en la milpa (cultivo de maíz) para ahuyentar insectos plaga.

La planta seca se muele y el polvo se riega en el piso de la casa para repeler hormigas. El polvo se mezcla con el maíz almacenado para evitar que los granos sean atacados por los gorgojos.

La planta se siembra en terrenos de cultivo infestados con nematodos (Nematoda) del suelo para eliminarlos; ya sin plaga, se puede volver a sembrar maíz, frijol o algún otro cultivo.



Medicinal, ceremonial, ornamental. Cultivada. Huejutla; Lolotla; Huichapan; Ixmiquilpan.

Referencias: *T. erecta* en cultivo reduce las poblaciones de nematodos del suelo, como *Meloidogyne* spp. (Ijani *et al.*, 2000); los exudados de las raíces contienen bitienil y α -tertienil, sustancias tóxicas para muchos nematodos parásitos de plantas (Djian-Caporalino *et al.*, 2005), α -tertienil causó toxicidad tanto en cultivos de células embrionarias de riñón humano 293, como en cultivos de células de insectos Tn-5B1-4 y daño no selectivo al DNA en los dos tipos de cultivo (Huang *et al.*, 2010). Los extractos acuosos de la planta causaron mortalidad en el nematodo *Meloidogyne incognita*, en cultivos de jitomate, *Lycopersicon esculentum* (Natarajan *et al.*, 2006).

Tagetes lucida Cav., Asteraceae, pericón, 897, 1056, 1067, 1480



Con el humo producido al quemar las ramas secas de esta hierba perenne se fumigan casas o corrales con pulgas para eliminarlas o para ahuyentar moscas y mosquitos, *Culex* sp., *Aedes* sp., *Anopheles* sp. (Diptera : Culicidae). Los gallineros se fumigan para eliminar a los gorupos, para lo cual la planta seca se pone en el suelo y se quema o se coloca en una olla de barro y se quema, luego el



humo que sale de la olla se va aplicando en los sitios infestados con estos insectos. Las ramas se ponen en nidos de gallinas para quitar gorupos. Medicinal, comestible. Matorral xerófilo, bosque de *Quercus*. Actopan; Atotonilco el Grande; Pontadero y San Cristobal, Metztitlán; Nopala; Eloxochitán.

Referencias: *T. lucida* es utilizada en otras partes de México para remover garrapatas (Neher, 1968). En la planta se identificaron estragol y los tiofenos acetilénicos: 5'-metil-5-(3-buten-1-inil)-2,2'-bitienil (2) y 5-(3-penten-1-inil)-2,2'-bitienil (Ciccio, 2005).

***Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth, Bignoniaceae, tronadora, 1748**

Las semillas frescas de este arbusto se muelen con masa de maíz (con la que se hacen las tortillas) y se ponen trozos en los sitios frecuentados por las cucarachas para envenenarlas. Medicinal, juego, ornamental. Bosque mesófilo de montaña. La Misión.



Referencias: *Tecoma stans* estimuló la captura de glucosa de adipocitos murinos y humanos, sensibles y resistentes a insulina; la planta contiene fenoles, flavonoides y alcaloides (Alonso-Castro *et al.*, 2010), uno de estos alcaloides es tecomina (Costantino *et al.*, 2003 citados en Alonso-Castro *et al.*, 2010).

***Tournefortia acutiflora* M. Martens & Galeotti, Boraginaceae, hierba de la pulga, 1727**



Las ramas frescas de este arbusto se hierven en agua y con la infusión obtenida se riegan patios, habitaciones o corrales infestados con pulgas para eliminarlas. Medicinal. Bosque tropical perennifolio. Pie de Cerro, San Bartolo Tutotepec.

***Trichilia havanensis* Jacq., Meliaceae naranjillo, 916, 1510, 1545, 1546, 1644**

Los frutos inmaduros se muelen y se mezclan con los granos de maíz, las semillas de pipian (*Cucurbita* sp.) o de cacahuate (*Arachis hypogea*), luego se siembran; para evitar que las semillas sean sacadas



del suelo por tordos (Aves), mapaches *Procyon lotor* (Carnivora : Procyonidae) zorras y tejones; si estos animales rascan el suelo para sacar a los granos o semillas, perciben el aroma de los frutos de *T. havanensis*, les produce asco y los ahuyenta. Con las ramas frescas se hacen escobas para barrer las casas y los hornos de piedra y de adobe en los que se hace el pan para repeler insectos. Las hojas se queman en las casas para ahuyentar a los zancudos (mosquitos). Los frutos se colocan debajo de las mazorcas de maíz almacenadas para alejar a las ratas. Las ramas se extienden en el suelo, se cubren con tela y encima se ponen los frutos de chile para secarlos al sol, las ramas de naranjillo ahuyentan a los insectos. Las ramas se colocan en los nidos de las gallinas. Sombra, percha, medicinal. Bosque tropical perennifolio y mesófilo de montaña. San Antonio el Grande, Huehuetla; San Bartolo Tutotepec; San Juan, Huazalingo; Molango; La Misión.

Referencias: El polvo de *Trichilia havanensis* redujo el peso y desarrollo de larvas de *Spodoptera littoralis* (López-Olguin *et al.*, 1997).

***Verbena gracilis* Desf., Verbenaceae, verbena, 1830**



La planta fresca se hierve en agua y con la infusión se lava la cabeza para eliminar piojos. Medicinal. Bosque de coníferas (*Juniperus*). Singuilucan.



***Xanthosoma robustum* Schott, Araceae, barbarón, 1629**



El rizoma se hierve con el nejayote (es el agua con cal en la que se hirvió el maíz para hacer la masa de las tortillas) y con el líquido resultante se lavan las heridas agusanadas del ganado para eliminar a las larvas de la mosca.



El rizoma de *Xanthosoma robustum* se machaca y se mezcla con el maíz antes de sembrarlo, para evitar que los granos sean atacados por insectos. La inflorescencia inmadura se hierve con el nixtamal (mezcla de granos de maíz, agua y cal) para que los gorgojos salgan de los granos de maíz cuando éstos están infestados. Medicinal, mágico-religioso, ornamental. Bosque tropical

perennifolio y de coníferas. Omitlán; San Bartolo Tutotepec.

Yucca filifera Chabaud, Agavaceae, palma, 1796



Las semillas maduras de esta planta arbórea se muelen y se mezclan con los granos de maíz (*Zea mays*) para evitar la infestación con gorgojos, *Sitophilus zeamais* (Coleoptera : Curculionidae) y palomillas, *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera : Gelechiidae).

Comestible, ornamental, sombra, artesanal, fibra, medicinal, instrumentos de trabajo, cerca, veterinario. Matorral xerófilo. Tolcayuca.

***Zaluzania augusta* (Lag.) Sch. Bip., Asteraceae, cenicilla, 1790, 1803**



Con las ramas recién cortadas de este arbusto se hace un ramo que se quema para fumigar a los gallineros infestados con borucos. Medicinal, uso doméstico, combustible. Matorral xerófilo. San José Atlán, Huichapan.

***Zaluzania triloba* (Ort.) Pers., Asteraceae, hediondilla, 1771**



Las ramas frescas de esta hierba perenne de porte arbustivo se hierven en agua y con la infusión se lavan las heridas agusanadas de ovejas y cabras para eliminar a las larvas de la mosca. Medicinal, uso doméstico. Matorral xerófilo. Zempoala.

***Zephyranthes fosteri* Traub, Amaryllidaceae, mayito, 584**



El bulbo o tallo subterráneo de esta hierba perenne se seca, se muele y el polvo se mezcla con los granos de maíz para



que al estar almacenados no sean atacados por los gorgojos. El polvo también se aplica a los perros para eliminar a las pulgas.

Ornamental.

Bosque de coníferas (pino), de *Quercus*, pastizal.

Epazoyucan.

Anexo 3. Especies de plantas utilizadas como plaguicidas en Hidalgo e indicadores de la importancia de uso.

| Especies de plantas | Valor de uso | N° de plagas | N° bienes protegidos | N° de productos | N° sitios de uso | N° de usos |
|---|--------------|--------------|----------------------|-----------------|------------------|------------|
| <i>Agave americana</i> ssp. <i>americana</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| <i>Agave lechuguilla</i> | 2.33 | 2 | 2 | 2 | 2 | 7 |
| <i>Agave salmiana</i> var. <i>ferox</i> | 1.40 | 1 | 1 | 1 | 3 | 7 |
| <i>Aloe vera</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Ambrosia psilostachya</i> | 1.86 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| <i>Argemone mexicana</i> | 0.93 | 5 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| <i>Argemone ochroleuca</i> | 0.47 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| <i>Argemone platyceras</i> | 0.47 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| <i>Artemisia ludoviciana</i> ssp. <i>mexicana</i> | 2.33 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| <i>Asclepias curassavica</i> | 0.93 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| <i>Barkleyanthus salicifolius</i> | 0.93 | 2 | 2 | 1 | 1 | 7 |
| <i>Bauhinia divaricata</i> | 1.40 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Berberis moranensis</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Bouvardia ternifolia</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| <i>Buddleja cordata</i> ssp. <i>cordata</i> | 2.33 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 |
| <i>Bursera fagaroides</i> | 1.40 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Calea urticifolia</i> | 1.86 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Callicarpa acuminata</i> | 2.33 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| <i>Calochortus barbatus</i> | 0.47 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Canna indica</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| <i>Capsicum annuum</i> | 1.40 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| <i>Carya illinoensis</i> | 0.47 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| <i>Casimiroa edulis</i> | | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| <i>Castilleja moranensis</i> | 1.40 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| <i>Castilleja tenuiflora</i> | 1.40 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| <i>Cedrela odorata</i> | 1.40 | 5 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| <i>Cestrum dumetorum</i> | 1.40 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| <i>Chenopodium ambrosioides</i> | 1.40 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 |
| <i>Chenopodium graveolens</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Citrus sinensis</i> | 1.40 | 3 | 2 | 1 | 3 | 5 |
| <i>Clerodendrum bungei</i> | 1.86 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| <i>Clerodendrum chinense</i> | 1.86 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 |

| | | | | | | |
|---|------|---|---|---|---|---|
| <i>Coreopsis mutica</i> var. <i>mutica</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Croton pulcher</i> | 0.93 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| <i>Cucumis sativus</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Cucurbita</i> <i>okeechobeensis</i> ssp. <i>martinezii</i> | 1.40 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Cuphea lanceolata</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Cupressus lusitanica</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Cuscuta tinctoria</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Cyathea fulva</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| <i>Dalbergia palo-escrito</i> | 0.47 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Dalea bicolor</i> var. <i>bicolor</i> | 0.47 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| <i>Dalea foliolosa</i> var. <i>foliolosa</i> | 1.40 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Decatropis bicolor</i> | 3.26 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 |
| <i>Diospyros digyna</i> | 0.47 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| <i>Dodonaea viscosa</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| <i>Equisetum</i> <i>myriochaetum</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Erythrina americana</i> | 1.86 | 2 | 2 | 2 | 3 | 8 |
| <i>Eupatorium</i> <i>espinosarum</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| <i>Eupatorium petiolare</i> | 0.93 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| <i>Euphorbia furcillata</i> var. <i>furcillata</i> | 1.86 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| <i>Flourensia resinosa</i> | 1.40 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| <i>Galphimia glauca</i> | 2.33 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| <i>Gliricidia sepium</i> | 0.47 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| <i>Hamelia patens</i> | 1.40 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Haplopappus venetus</i> var. <i>venetus</i> | 0.47 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| <i>Helianthemum</i> <i>glomeratum</i> | 0.47 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Heterotheca inuloides</i> | 1.40 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 |
| <i>Hyptis verticillata</i> | 1.40 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| <i>Ipomoea stans</i> | 3.72 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| <i>Juniperus deppeana</i> | 1.40 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 |
| <i>Juniperus flaccida</i> | 0.93 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 |
| <i>Justicia spicigera</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| <i>Kalanchoe pinnata</i> | 1.40 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| <i>Lepidium schaffneri</i> | 0.93 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| <i>Liquidambar</i> | 1.86 | 3 | 3 | 3 | 1 | 7 |

| | | | | | | |
|---|------|---|---|---|---|---|
| <i>styraciflua</i> | | | | | | |
| <i>Lonchocarpus hermannii</i> | 1.86 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| <i>Lythrum vulneraria</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Malva parviflora</i> | 1.40 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| <i>Marrubium vulgare</i> | 0.47 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Mentha rotundifolia</i> | 2.80 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 |
| <i>Microsechium helleri</i> | 1.86 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| <i>Milla biflora</i> | 0.47 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| <i>Mimulus glabratus</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Montanoa tomentosa</i> | 0.93 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 |
| <i>Musa paradisiaca</i> | 0.47 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| <i>Myrtillocactus geometrizans</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Nicotiana glauca</i> | 1.40 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| <i>Nicotiana obtusifolia</i> | 0.93 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| <i>Nicotiana tabacum</i> | 3.72 | 5 | 3 | 4 | 4 | 3 |
| <i>Opuntia tomentosa</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| <i>Parthenium hysterophorus</i> | 5.12 | 3 | 3 | 3 | 6 | 2 |
| <i>Penstemon roseus</i> | 1.86 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| <i>Persea americana</i> | 0.47 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Persea americana var. drymifolia</i> | 0.47 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Persea schiedeana</i> | 0.47 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Petroselinum crispum</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| <i>Phaseolus coccineus</i> | 0.93 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Phytolacca icosandra</i> | 1.40 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| <i>Pinaropappus roseus var. roseus</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Pinus greggii</i> | 1.86 | 6 | 2 | 2 | 2 | 5 |
| <i>Pinus patula</i> | 1.86 | 1 | 1 | 1 | 4 | 5 |
| <i>Plumbago pulchella</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Prosopis laevigata</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 |
| <i>Protium copal</i> | 0.47 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 |
| <i>Pseudogynoxys chenopodioides</i> | 1.40 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| <i>Psidium guajava</i> | 3.26 | 4 | 2 | 5 | 3 | 5 |
| <i>Pteridium arachnoideum</i> | 1.86 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| <i>Rhus standleyi</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| <i>Ricinus communis</i> | 1.40 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Rosmarinus officinalis</i> | 1.86 | 3 | 3 | 1 | 1 | 5 |
| <i>Ruta graveolens</i> | 0.93 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 |
| <i>Salix taxifolia</i> | 0.47 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |

| | | | | | | |
|--------------------------------|------|---|---|---|---|----|
| <i>Schinus molle</i> | 5.12 | 4 | 4 | 3 | 6 | 12 |
| <i>Senecio sanguisorbae</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Solanum cervantesii</i> | 1.40 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 |
| <i>Solanum corymbosum</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Solanum nigrescens</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| <i>Solanum torvum</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Sphaeralcea</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>angustifolia</i> | | | | | | |
| <i>Spigelia longiflora</i> | 1.86 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>Stachys coccinea</i> | 0.93 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| <i>Tagetes erecta</i> | 3.72 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| <i>Tagetes lucida</i> | 4.65 | 4 | 3 | 2 | 5 | 3 |
| <i>Tecoma stans</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| <i>Tournefortia acutiflora</i> | 0.47 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Trichilia havanensis</i> | 6.51 | 9 | 8 | 6 | 5 | 4 |
| <i>Verbena gracilis</i> | 0.47 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| <i>Xanthosoma robustum</i> | 1.86 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 |
| <i>Yucca filifera</i> | 0.47 | 2 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| <i>Zaluzania augusta</i> | 1.40 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| <i>Zaluzania triloba</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| <i>Zephyranthes fosteri</i> | 0.93 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |