

## Evaluación del efecto insecticida de extractos de plantas sobre *Leptophobia aripa elodia*

Luis A. Ramírez-Moreno\*  
Luis E. García-Barrios\*  
Cesáreo Rodríguez Hernández\*\*  
Helda E. Morales\*  
Adriana E. Castro Ramírez\*

**RESUMEN.** En Los Altos de Chiapas, México, el repollo o col (*Brassica oleracea* var. *Capitata*) es uno de los cultivos hortícolas más importantes. Este es afectado, principalmente, por el gusano de la col, *Leptophobia aripa elodia* Boisd. (Lepidoptera: Pieridae). El control de esta plaga se basa principalmente en el uso de insecticidas sintéticos, los cuales ocasionan problemas ambientales. Con el fin de encontrar insecticidas vegetales que permitan reducir el daño ocasionado por la plaga y el uso de los insecticidas sintéticos, se evaluaron extractos acuosos de 15 plantas silvestres de la región, pertenecientes a géneros que han sido mencionados en la literatura como promisorias para el control de piéridos. Se desarrolló un método para evaluar extractos acuosos sobre plantas de repollo infestadas con larvas de *L. aripa elodia* en un invernadero, y se comparó el porcentaje de mortalidad y repelencia de larvas con cada tratamiento con relación al testigo (agua). El método desarrollado permitió identificar que el instar II de la larva es el más adecuado para la evaluación, y reduce al mínimo la mortalidad por manipulación o por otros factores ajenos al efecto de los extractos. Ninguna de las plantas evaluadas mostró diferencias significativas con respecto al testigo. Sin embargo, las especies *Pteridium aquilinum*, *Equisetum myriochaetum* y *Senecio salignus* mostraron porcentajes de mortalidad de 27, 25 y 19%, respectivamente.

**Palabras clave:** *Leptophobia aripa elodia*, Insecticidas botánicos, *Brassica oleracea*, Extractos acuosos.

**ABSTRACT.** Evaluation of the insecticidal effect of plant extracts of *Leptophobia aripa elodia*. In the Highlands of Chiapas, Mexico, cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) is one of the most important horticultural crops. It is affected principally by the cabbage white butterfly, *L. aripa elodia* Boisd. (Lepidoptera: Pieridae). Control of this pest is based mainly on the use of synthetic insecticides, which cause environmental problems. In order to find plant insecticides that might reduce the damage caused by the pest and the use of synthetic insecticides, aqueous extracts of 15 plants native to the region, belonging to genera that have been reported in the literature as promising for the control of Pieridae were evaluated. A method was developed to test aqueous extracts on cabbage plants infested with *L. aripa elodia* larvae in a greenhouse and the percentage mortality and repellency of larvae in each treatment was compared with the control (water). The method developed identified the II instar of the larva as the most suitable for the evaluation, reducing to a minimum mortality due to manipulation or other factors not related to the effect of the extracts. None of the plants evaluated showed significant differences with respect to the control. However the species *Pteridium aquilinum*, *Equisetum myriochaetum* and *Senecio salignus* showed mortalities of 27, 25 and 19%, respectively.

**Key words:** *Leptophobia aripa elodia*, Botanical insecticides, *Brassica oleracea*, Aqueous extracts.

### Introducción

El repollo o col, *Brassica oleracea* var. *capitata* L., uno de los principales cultivos en la región de Los Altos de Chiapas, es atacado severamente por el gusano defo-

liador de la col, *Leptophobia aripa elodia* Boisd. (Lepidoptera: Pieridae). La abundancia de plaguicidas sintéticos y la falta de capacitación sobre el manejo integrado de plagas han propiciado que los agricultores

\* El Colegio de La Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas Chiapas, México. Correo electrónico: iramirez@sclc.ecosur.mx, lgarcia@sclc.ecosur.mx, bruheh@hotmail.com, acastro@sclc.ecosur.mx

\*\* Instituto de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. crhernan@colpos.colpos.mx

intensifiquen el uso de estos productos (Montoya *et al.* 1998). Por tanto, es necesario encontrar otras alternativas para el control de esta plaga, que permitan disminuir los costos de control, la contaminación y los problemas de salud.

Una de estas alternativas es el uso de sustancias de origen vegetal (Endersby y Morgan 1991, Rodríguez y Lagunes 1992). Las plantas producen metabolitos secundarios que disuaden el ataque de insectos (Espinosa-García y Delgado 1998) y esto ha sido aprovechado desde hace siglos para elaborar insecticidas naturales (Henrick 1995, Singh 1996). Los extractos vegetales se preparan con diferentes disolventes como agua, alcohol, éter etílico, aceite, acetona y benceno (Rodríguez 1993), que extraen distintos metabolitos con diferentes efectos. La disolución acuosa extrae solo una parte de los metabolitos, pero la técnica es la más sencilla y económica para los agricultores y reduce el riesgo de contaminación y accidentes (Rodríguez 1990, Lagunes y Villanueva 1994).

Grainge y Ahmed (1988) reportaron 70 especies vegetales con actividad insecticida para el control de diversas plagas, entre las que no se incluye a *L. aripa elodia*. Las plantas medicinales tienen abundantes metabolitos secundarios, de los cuales algunos han resultado útiles para el control biológico de plagas (Wink 1993, Singh 1996, Prakash y Rao 1997, García-Barrios 1999) y algunas podrían ser eficaces contra *L. aripa elodia*. En la región de Los Altos de Chiapas, México se han registrado aproximadamente 1650 especies de plantas medicinales (Berlin y Berlin 1993). Algunas se han asociado a otros cultivos del género *Brassica* para determinar su capacidad de repeler al adulto de *L. aripa elodia* (Reyes 1996, Córdoba 1998, Hernández *et al.* 2000), pero no hay estudios previos sobre el efecto del extracto de estas especies sobre las larvas de esta plaga, después de la oviposición.

Los objetivos de esta investigación fueron: a) identificar un grupo de plantas medicinales de Los Altos de Chiapas con posible actividad insecticida sobre *L. aripa elodia*, b) desarrollar el protocolo experimental para evaluar el efecto de extractos acuosos de estas especies en el sistema repollo-*L. aripa elodia*, en invernadero y, c) evaluar el efecto de los extractos acuosos sobre la mortalidad y repelencia de larvas de la plaga.

## Materiales y métodos

**Selección de especies silvestres promisorias.** Las especies evaluadas fueron seleccionadas con base en los

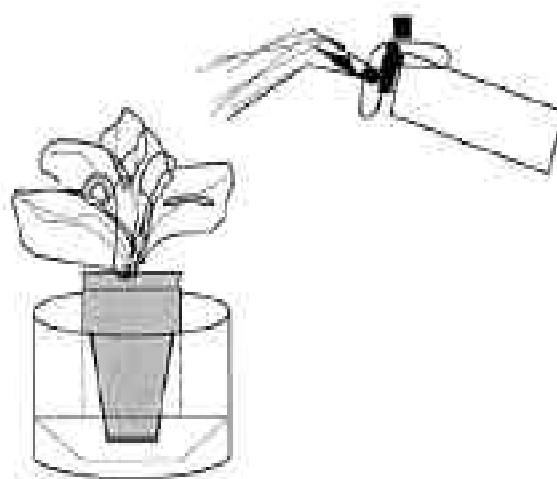
siguientes criterios: 1) que las plantas formaran parte de la farmacopea tzotzil-tzeltal, que tuvieran antecedentes en la literatura como plantas eficaces en el control de especies de la familia Pieridae, y que se localizaran en forma silvestre en la región de estudio. Se incluyeron además algunas plantas que, cumpliendo con el primer criterio, contaran con antecedentes de eficacia en el control de otras plagas o que poseen un aroma fuerte.

Las especies señaladas por Grainge y Ahmed (1988) con potencial para el control de insectos de la familia Pieridae, se buscaron en la lista florística de la región de Los Altos (González *et al.* 1997) y los listados de la flora medicinal de la región (Berlin y Berlin 1993, Breedlove y Laughlin 1993) pero no se encontraron coincidencias a nivel de especie con las plantas silvestres de la región.

Por tanto, se identificaron los géneros cuyas especies han sido informados por su potencial para controlar insectos plagas pertenecientes a la familia Pieridae. Se encontró que cada uno de los géneros está representado con una o más especies de la flora regional; de éstas se seleccionaron siete que son de uso medicinal.

Además se incluyeron ocho especies locales de importancia medicinal (siete de ellas han sido informados en la literatura con propiedades insecticidas para otras plagas, y otra por ser muy aromática).

**Establecimiento del sistema repollo-*L. aripa elodia*-extractos.** Los elementos que integraron el sistema estudiado (Fig. 1) se obtuvieron de la siguiente manera:



**Figura 1.** Sistema repollo-*L. aripa elodia*-extractos utilizado en la evaluación de 15 plantas contra larvas de *L. aripa elodia*.

Se establecieron tres almácigos de repollo, de la variedad Copenhague. A los 30 días de la germinación se trasplantaron a vasos de polietileno (1000 ml), los cuales contenían suelo franco arcilloso, ligeramente ácido y rico en materia orgánica. El tamaño de las plantas para el experimento se homogeneizó por eliminación de los individuos más grandes y los más pequeños. Al momento de la inoculación con las larvas (60 días después de la germinación), medían aproximadamente 18 cm y tenían 10-12 hojas. Estas tuvieron un buen enraizamiento y suficiente follaje para los propósitos del experimento.

En campos agrícolas abandonados se recolectaron trozos de hojas de repollo con huevos y larvas de instar I. Estos trozos se colocaron sobre plantas de repollo cultivadas en macetas, dentro de una jaula de cría (2,5x2,3x1,5m) a temperatura ambiente.

Cuando las larvas alcanzaron el tamaño deseado (1,5 cm de longitud) se transfirieron de las plantas usadas para su cría a las plantas sobre las que se aplicaron los extractos. Para evitar el daño por manipulación, se recortaron fragmentos de repollo con larvas adheridas y se colocaron sobre la planta destino.

Feltwell (1982) informó que las larvas de los insectos de la familia Pieridae pasan por tres etapas de actividad: a) gregaria, que ocurre en el instar I; b) de dispersión, cuando las larvas buscan y consumen alimento; y c) errante, cuando la larva busca un sitio adecuado para convertirse en pupa, el cual puede encontrarse a varios metros de distancia de su hospedante. Por tanto, se utilizaron larvas de instar II, que en pruebas preliminares resultó ser el tamaño idóneo para realizar el experimento y que es la etapa en que la larva inicia una mayor actividad de consumo y puede trasladarse por sí misma de los fragmentos de hoja a la planta destino. Las larvas de instar I resultaron muy sensibles a la manipulación mientras que las más desarrolladas pupan antes de evaluar el efecto de los extractos.

**Preparación de extractos acuosos.** Se recolectaron plantas completas (raíces, tallos, hojas y flores) de las especies seleccionadas en la orilla de caminos vecinales, poco transitados por vehículos.

En este estudio se evaluó el extracto de las plantas completas por ser la primera prueba de actividad biológica.

Cada planta se secó a la sombra y todos los órganos se pulverizaron. Con el polvo se elaboraron extractos acuosos por infusión al 5%, para lo cual se mezcló 50 g de material vegetal con 1 L de agua, a 50°C ( $\pm$ 5),

(Rodríguez y Lagunes 1992), y se licuó durante 30 seg. Las mezclas se prepararon un día antes de utilizarse y se dejaron reposar durante 24 h a temperatura ambiente, manteniéndose la sombra. Posteriormente, se filtraron para obtener los extractos.

**Diseño experimental.** Se utilizó un diseño completamente al azar con 18 tratamientos y cinco repeticiones. Cada repetición consistió en una planta de repollo. Las plantas para cada tratamiento se tomaron en forma aleatoria, de las 90 plantas distribuidas en el invernadero. De los tratamientos, 15 fueron extractos acuosos de las plantas seleccionadas (Cuadro 1) y dos testigos: agua y permetrina.

El experimento se realizó en un invernadero con paredes de malla fina, para homogeneizar el microclima e impedir el ataque de otras plagas.

Se colocaron 90 vasos con plantas de repollo en nueve columnas y 10 filas (25 y 40 cm entre plantas, respectivamente). Cada uno de los vasos se colocó sobre un plato de polietileno, y se encerró con una cartulina en forma de cilindro de 15 cm de altura y 30 cm de diámetro, para evitar que las larvas repelidas se dispersaran y perdieran (Fig. 1).

En cada planta se colocaron cinco larvas, cuatro días antes de aplicar los extractos, para que las larvas se ambientaran a su nuevo hospedante. Se eliminaron las larvas que se alejaron de la planta, las que no comían o no se movían. Al iniciar el experimento, cada tratamiento tenía entre 14 y 16 larvas alimentándose.

Los extractos se aplicaron con atomizadores manuales de 0,5 L, de plástico, boquilla estándar y palanca de presión. La aspersión se hizo en una sola ocasión, sobre el haz y el envés de las hojas, incluyendo a las larvas.

**Variables evaluadas.** Las variables evaluadas fueron mortalidad y repelencia de larvas en cada tratamiento. Después de aplicar los extractos se evaluó la mortalidad cada 24 h durante 5 días, registrándose el número de larvas muertas.

Los criterios utilizados para determinar la mortalidad por efecto del extracto fueron: que la larva estuviera sin movimiento y no respondiera al tacto ó que tuviera apariencia quemada, deshidratada o curvada en posición dorsal. Estos criterios se establecieron con base en pruebas preliminares.

El criterio utilizado para la evaluación de la repelencia fue el número de larvas que abandonaron la planta durante las primeras 24 h después de la aplicación de los extractos (rechazo a la alimentación o fagodisuasión) (Renwick 1996). Las larvas repelidas se

**Cuadro 1.** Especies medicinales de la flora de Los Altos de Chiapas, México seleccionadas para evaluar el efecto de su extracto acuoso para el control de *L. aripa elodia*.

Criterio de selección	Especie	Familia	Nombre común Tzeltal
Especies de géneros con antecedentes como insecticidas biológicos evaluados para el control de plagas de la familia Pieridae	<i>Equisetum myriochaetum</i>	Equisetaceae	Tujt Yama chauk
	<i>Salvia karwinskii</i>	Lamiaceae	Muk'ul pom tz'unun
	<i>Salvia lavanduloides</i>	Lamiaceae	Tzajal pom tz'unun Ch'a bacal wamal
	<i>Salvia polystachya</i>	Lamiaceae	Poxil obal Woch'ol yok
	<i>Tagetes foetidissima</i>	Asteraceae	Yaxal pom tz'unun Kelem tusus
	<i>Tagetes nelsonii</i>	Asteraceae	K'ox vo'tus Tusus wamal
	<i>Verbena litoralis</i>	Verbenaceae	Tzis chauk Yakan k'ulub wamal Batz'i pem k'ulub
Especies medicinales con antecedentes para controlar otras plagas	<i>Bacharis glutinosa</i>	Asteraceae	Chilka wamal K'ox chilkat
	<i>Chrysanthemum coccineum</i> = <i>C. roseum</i> Adam.	Asteraceae	Krisantema
	<i>Lantana camara</i>	Verbenaceae	Krisantema Ch'ilwet wamal
	<i>Lantana hispida</i>	Verbenaceae	Ch'ix ch'il vet Tzajal ch'ilwet
	<i>Pinaropappus spathulatus</i>	Asteraceae	Sakil ch'il vet Ch'ajkaton
	<i>Pteridium aquilinum</i>	Polypodiaceae	Poxil sep Tzin
	<i>Senecio salignus</i>	Asteraceae	Batz'i tzib Ansil chilka Batz'i chilkat
Especie medicinal muy aromática	<i>Arracacia nelsonii</i>	Apiaceae	Muk'ul chauk wamal Yama chauk

volvieron a colocar sobre la planta para continuar evaluando el efecto de mortalidad.

En el caso de las larvas que no perecieron y se mantuvieron sobre el repollo no fue posible evaluar otros efectos de fagodisuasión (reducción de la superficie defoliada y del peso de la larva), debido a que la manipulación excesiva podría causarles mortalidad adicional por altos niveles de estrés.

**Análisis estadístico.** Se elaboraron tablas de contingencia y se aplicó la prueba estadística G para descartar la asociación del efecto del extracto (mortalidad y repelencia) con la ubicación de las macetas en el invernadero y con la variación en el número de larvas por maceta. Los datos sobre mortalidad y repelencia se expresaron como porcentajes del número inicial de larvas inoculadas en cada tratamiento.

Se compararon las frecuencias de muerte y repelencia de cada uno de los tratamientos con respecto al testigo (agua), aplicando para ello la prueba exacta de

Fisher, con un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ ; mediante el ajuste de Bonferroni (Sokal y Rohlf 1981). Se utilizó el paquete estadístico SPSS (SPSS 1998) advanced statistics™ 8.0 para Windows.

## Resultados y discusión

### Especies medicinales silvestres seleccionadas como promisorias para el control de *L. aripa elodia*.

Se determinó que 57 especies de plantas de la región pertenecen a géneros reportados por Grainge y Ahmed (1988) con efecto sobre insectos de la familia Pieridae. Los géneros están representados con una o más especies de plantas medicinales, de las cuales fueron seleccionadas siete. Además se incluyeron ocho especies medicinales, de las cuales siete presentan antecedentes por eficacia para el control de otras plagas y otra especie es muy aromática.

### Efecto de los extractos acuosos

La proporción de larvas muertas o repelidas no fue di-

ferente significativamente entre las plantas con diferente número de larvas. La ubicación de las macetas tampoco afectó las proporciones de respuesta a los extractos vegetales. Con base en estos resultados, se decidió analizar el número total de larvas de cada tratamiento de manera conjunta.

Los extractos vegetales evaluados no provocaron diferencias significativas de mortalidad o repelencia, con respecto al tratamiento testigo (agua). Sin embargo, las diferencias pese o no ser significativas muestran la importancia de continuar pruebas con las especies más promisorias.

Los extractos de plantas que produjeron los porcentajes más altos de mortalidad acumulada a los cinco días fueron: *P. aquilinum*, *E. myriochaetum* y *S. salignus* con 27, 25 y 19%, respectivamente. El resto de las plantas provocaron una mortalidad menor a 13%, y el testigo con agua 7% (Cuadro 3). El insecticida sintético (permetrina) provocó el 100% de mortalidad durante las primeras 2 horas. Únicamente el tratamiento de permetrina difirió significativamente ( $p < 0,01$ ) del testigo de agua.

En el caso de *P. aquilinum* se ha informado que las raíces y hojas presentan esteroides y triterpenoides que causan repelencia en *Locusta migratoria* y *Trichoplusia ni* (Grainge y Ahmed 1988); sin embargo, en este estudio la ingestión de repollo asperjado con *P. aquilinum* provocó la muerte de las larvas, lo cual podría deberse a los esteroides que esta planta produce.

López y Rodríguez (1999) encontraron que el polvo de las raíces de *S. salignus* al 1,0% eliminó el 98% de la población de *Zabrotes subfasciatus*, mientras que para *E. myriochaetum* se reportan efectos insecticidas únicamente a nivel de género (Philbrick y Philbrick 1980, Grainge y Ahmed 1988, Prakash y Rao 1997). Aunque en ambas especies se reportan alcaloides que son tóxicos para insectos (Grainge y Ahmed 1988, Liddell *et al.* 1994), se desconoce el ingrediente activo que provocó la muerte de larvas al ingerir repollos contaminados con los extractos de estas especies.

Las plantas cuyos extractos provocaron algún grado de repelencia (12 a 13%) fueron: *V. litoralis*, *L. camara* y *C. coccineum* (Cuadro 3). Aunque estos tratamientos no fueron diferentes significativamente al testigo de agua, se considera conveniente continuar evaluando su capacidad de repelencia. Otros extractos, que también mostraron repelencia fueron los de *P. spathulatus*, *S. karwinskii*, *S. polystachya* y *E. myriochaetum* los cuales fueron entre 6 y 7%, respectivamente. Los extractos de las demás plantas y el testigo (agua) no causaron repelencia (Cuadro 3).

No obstante, las especies de *V. litoralis* y *L. camara* se han descrito con actividad repelente, insecticida y fagodisuasiva hacia otros insectos (Grainge y Ahmed 1988, Prakash y Rao 1997); sin embargo, no se encontraron informes sobre el principio activo de *V. litoralis*, mientras que para *L. camara*, de la misma familia, se reportan flavonoides y triterpenoides, los cuales pre-

**Cuadro 3.** Especies medicinales, partes utilizadas y sus efectos sobre larvas de *L. aripa elodia*.

Nombre científico	Estructuras utilizadas	Repelencia(%)	Mortalidad acumulada (%)
<i>A. nelsonii</i>	Tallo, hoja, flor y raíz	0 a	13 a
<i>B. glutinosa</i>	Tallo y hojas	0 a	13 a
<i>C. coccineum</i>	Tallo, hoja y flor	12 a	12 a
<i>P. spathulatus</i>	Tallo, hoja, raíz y flor	7 a	0 a
<i>S. salignus</i>	Tallo, hoja, flor y raíz	0 a	19 a
<i>T. foetidissima</i>	Tallo, hoja y flor	0 a	0 a
<i>T. nelsonii</i>	Tallo, hoja y flor	0 a	7 a
<i>E. myriochaetum</i>	Follaje y raíz	6 a	25 a
<i>S. lavanduloides</i>	Tallo, hoja, raíz y flor	0 a	0 a
<i>S. karwinskii</i>	Tallo, hoja, flor y raíz	7 a	13 a
<i>S. polystachya</i>	Tallo, hoja y flor	7 a	13 a
<i>P. aquilinum</i>	Follaje y raíz	0 a	27 a
<i>L. camara</i>	Tallo, hojas y flores	13 a	6 a
<i>L. hispida</i>	Tallo, hoja, flor y raíz	0 a	7 a
<i>V. litoralis</i>	Tallo, hoja, flor y raíz	13 a	7 a
Testigo permetrina		0 a	100 b
			( $P < 0,01$ )
Testigo de agua		0 a	7 a

sentan actividad fagodisuasiva en *Aphis fabae*, *Plutella xylostella* y *Sitophilus orizae* (Grainge y Ahmed 1988, Norris 1990, Warthen y Morgan 1990, Prakash y Rao 1997).

*C. coccineum* ha sido informado como eficaz para el control de muchas plagas, pero no se especifica la concentración en la que tiene efecto (Jacobson M. 1975 citado por Grainge y Ahmed 1988). Nalinassundari *et al.* 1994 citado por Prakash y Rao (1997) encontraron que el extracto de hojas de *C. roseum* a 600 ppm provocó 47,2% de deformidad morfológica (efecto insectistático) en *E. fraterna*. Con la concentración usada en este estudio no se observaron efectos prometedores de mortalidad ni repelencia por la acción de esta planta y no fue posible evaluar los efectos secundarios del extracto. Esto puede deberse a que la concentración pudo haber sido baja o que los compuestos químicos de la planta no actúan de la misma manera sobre todos los insectos (Renwick 1996).

Las especies evaluadas fueron seleccionadas a partir de géneros con antecedentes promisorios para controlar plagas de la familia Pieridae; sin embargo, no se encontraron respuestas positivas. Esto podría deberse a que las especies de un mismo género no necesariamente producen los mismos aleloquímicos ni presentan la misma eficacia para controlar plagas, y a que la composición química de las plantas de una mis-

ma especie varía según las condiciones de su hábitat (p. ej. suelo, altitud, interacciones con insectos y otras plantas), a la edad de la planta y a la época de recolección (Rodman y Chew 1980, Downum 1993, Romeo *et al.* 1996, Munson 1998).

Los extractos acuosos al 5% de las plantas evaluadas no controlaron las larvas de II instar de *L. aripa elodia* bajo condiciones de invernadero. No obstante, no se descarta que los extractos obtenidos con otros disolventes puedan causar mortalidad y repelencia sobre esta plaga.

Los extractos acuosos de *E. myriochaetum*, *P. aquilinum* y *S. salignus* mostraron algún nivel de actividad biológica, sería conveniente evaluarlos a mayor concentración, así como extractos de diferentes estructuras de las plantas.

## Agradecimiento

Al CONACyT por el apoyo económico. Al Grupo de Cooperación Internacional para la Biodiversidad May, y al Programa de Apoyo a Tesis de Maestría (PATM) de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México.) por financiar este proyecto.

De igual forma, se agradece a Manuel Gómez Sántis, Juan Franco Pérez y Elías Sántis Gómez por su apoyo y colaboración en la etapa experimental.

## Literatura citada

- Berlin, B; Berlin, E. 1993. Enciclopedia etnomédica Maya: Bases científicas de la medicina tradicional en los Altos de Chiapas. Instituto Chiapaneco de Cultura. 636 p.
- Breedlove, D; Laughlin, R. 1993. The flowering of man. A tzotzil botany of Zinacantán. Smithsonian Contributions to Anthropology. Vol.1, No. 2.
- Córdoba B, R. 1998. Asociación de Cempoalxochiltl (*Tagetes erecta* L.) al brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica* L.) como biocontrol de la mariposa blanca de la col (*Leptophobia aripa elodia* Bois). Tesis de Lic. México, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. 81 p.
- Downum R, K. 1993. Phytochemical potential of tropical plants. In Phytochemical potential of tropical plants. Downum, K; Romeo, J; Stafford, H. Eds. New York, Plenum Press. 287 p.
- Endersby N, M; Morgan, WC. 1991. Alternatives to synthetic chemical insecticides for use in crucifer crops. Institute of Plant Sciences, Biological Agriculture and Horticulture, Department of Agriculture. Australia. Vol.8. p. 33-52.
- Espinosa-García, F; Delgado, G. 1998. Relationship between ecology of plant defence and the prospecting of secondary metabolites with potential medicinal or agricultural application. Revista Latinoamericana de Química, 26:1:13-29.
- Feltwell, J. 1982. Large white butterfly. The biology, biochemistry and physiology of *Pieris brassica* (Linnæus). The Hague, Netherlands. 535 p.
- García B, L. 1999. Conservation, sustained harvest and Economic Growth, Protocolo de investigación del Programa asociado 3. In International collaborative biodiversity group (ICBG). Berlin, B. Ed. Drug discovery and biodiversity among the Maya of México. p. 225-250.
- González E, M; Ochoa, S; Ramírez, N; Quintana, P. 1997. Contexto vegetacional y florístico de la agricultura. In Los Altos de Chiapas: Agricultura y Crisis Rural. Tomo 1. Parra V, M; Díaz M, B. Eds. Chiapas, México, ECOSUR, p. 85-117.
- Grainge, M; Ahmed, S. 1988. Handbook of plants with pest-control properties. New York, John Wiley & Sons. 470 p.
- Henrick A, C. 1995. Pyrethroids. In Agrochemicals from natural products. Godfrey, C. Ed. Marcel Dekker. p. 63-145.
- Hernández N, J; García-Barrios, L; Cruz L, L; Morales, H. 2000. Asociación de plantas medicinales aromáticas con repollo y su efecto sobre el gusano defoliador, *Leptophobia aripa elodia* Bois. (Lepidoptera: Pieridae). Tesis de Maestría. Chiapas, México, Ecosur. 20 p.
- Lagunes T, A; Villanueva, J. 1994. Toxicología y manejo de insecticidas. Montecillo, México, Colegio de Postgraduados. 264 p.
- Liddell, J; Logie, C; Mphephu, A. 1994. New pyrrolizidine alkaloids from *Senecio linifolius* and *S. pterophorus* DC.

- In* Plant-associated toxins; agricultural, phytochemical and ecological aspects. Colegate, S; Dorling, P. Eds. Wallingford, U.K, CABI. p. 207-211.
- López P, E; Rodríguez H, C. 1999. Actividad de la chilca *Senecio salignus* (Asteraceae) en el combate del gorgojo mexicano del frijol *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera :Bruchidae). *In* Simposio Nacional sobre sustancias vegetales y minerales en el combate de plagas. (5, 1999, Aguascalientes, México). Rodríguez H, C. Ed. Memorias. p. 93-99.
- Montoya G, G; Hernández D, O; Ruiz H, F; Mandujano G, M. 1998. Algunos elementos del lado de la demanda y de la oferta en la producción de hortalizas en Los Altos de Chiapas. *In* Semana de Investigación Científica. México, Universidad Autónoma de Chiapas. p. 187-201.
- Munson D, R. 1998. Principles of plant analysis. *In* Handbook of reference methods for plant analysis. Kalra, Y. Ed. CRC. p. 1-24.
- Norris M, D. 1990. Repellents. *In* Handbook of natural pesticides: insect attractants and repellents. CRC. p. 135-149.
- Philbrick, H; Philbrick, J. 1980. El libro de los insectos, control inofensivo de insectos. México. 117 p.
- Prakash, A; Rao, J. 1997. Botanical pesticides in agriculture. Division of entomology, Central Rice Research Institute. CRC. 451 p.
- Renwick J, A. 1996. Diversity and dynamics of crucifer defences against adults and larvae of cabbage butterflies *In* Phytochemical diversity and redundancy in ecological interactions. Recent advances in phytochemistry. New York, Plenum Press. 293 p.
- Reyes G, H. 1996. Asociación de herbáceas silvestres aromáticas con brócoli (*Brassica oleracea*) para biocontrol de insectos plaga en Chiapas, México. Tesis de Lic. México, UACH. 82 p.
- Rodman E, J; Chew S, F. 1980. Phytochemical correlates of herbivory in a community of native and naturalized crucifers. *Biochemical systematics and ecology*. V.8 p. 43-50
- Rodríguez H, C. 1990. Perspectivas del uso de plantas con propiedades insecticidas. Simposio Nacional sobre sustancias vegetales y minerales en el combate de plagas (11, 1990, Oaxaca, México). Memorias. p. 176-187.
- Rodríguez H, C; Lagunes T, A. 1992. Plantas con propiedades insecticidas; resultados de pruebas experimentales en laboratorio, campo y granos almacenados. *Agroproductividad (México)* 1:17-25.
- Rodríguez H, C. 1993. Fito-insecticidas en el combate de insectos: Bases prácticas de la agroecología en el desarrollo centroamericano. *In* Manejo de plagas en el sistema de producción orgánica. Guatemala, ALTERTEC/HELVETAS/CLADES. p. 112-125.
- Romeo T, J; Saunders A, J; Barbosa, P. 1996. Phytochemical diversity and redundancy in ecological interactions. *In* Phytochemical diversity and redundancy in ecological interactions. Romeo, J; Saunders, J; Barbosa, P. Eds. New York, Plenum. 313 p.
- Singh, D. 1996. Medicinal and aromatic plants in insect pest management. *In* Allelopathy in pest management for sustainable agriculture. Narwal, S; Tauro, P. Eds. Jodhpur, India, Scientific Publishers. p. 125-136.
- Sokal, R; Rohlf, F. 1981. *Biometry*. 2 ed. New York. 859 p.
- SPSS 1998. Manual del usuario de SPSS Base 8.0 para Windows. SPSS Inc. USA. 511 p.
- Warthen J, D; Morgan D, E. 1990. Insect feeding deterrents. *In* Handbook of natural pesticides, Insect attractants and repellents. Morgan, E; Mandava, D. Eds. CRC. Press. Vol. VI. No 13. p. 23-134.
- Wink, M. 1993. Production and application of phytochemicals from an agricultural perspective. *In* Phytochemistry and agriculture. Van, B; Breteler, H. Eds. Oxford, Clarendon Press. p. 170-213.