



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS PUEBLA

POSTGRADO EN ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA
REGIONAL

**MANEJO DEL GUSANO SOLDADO *Spodoptera exigua* (HÜBNER) EN
LOS REYES DE JUÁREZ, PUEBLA Y EVALUACIÓN DE LA
ACTIVIDAD DE EXTRACTOS VEGETALES**

JAVIERA ESTEFANY BARRIENTOS GUTIÉRREZ

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE**

MAESTRA EN CIENCIAS

PUEBLA, PUEBLA

2013



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS
CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN
CAMPUS PUEBLA

CAMPUE- 43-2-03

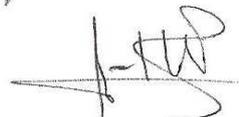
CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALÍAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, la que suscribe **Javiera Estefany Barrientos Gutiérrez**, alumna de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta Institución, bajo la dirección del Profesor **Dr. Arturo Huerta de la Peña**, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis, MANEJO DEL GUSANO SOLDADO *Spodoptera exigua* (Hübner) EN LOS REYES DE JUÁREZ, PUEBLA Y EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE EXTRACTOS VEGETALES, y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del Colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, el Consejero o Director de Tesis y la que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Puebla, Puebla, febrero del 2013.



Javiera Estefany Barrientos Gutiérrez



Vo. Bo. Profesor(a) Consejero(a) o Director(a) de Tesis
Dr. Arturo Huerta de la Peña

La presente tesis, titulada: **Manejo del gusano soldado *Spodoptera exigua* (Hübner) en los Reyes de Juárez, Puebla y evaluación de la actividad de extractos vegetales**, realizada por la alumna: **Javiera Estefany Barrientos Gutiérrez**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS

ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL

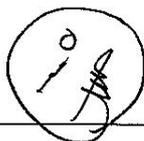
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



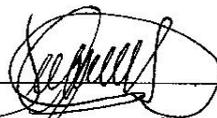
DR. ARTURO HUERTA DE LA PEÑA

ASESOR:



DR. JOSÉ SERGIO ESCOBEDO GARRIDO

ASESOR:



DR. JESÚS FRANCISCO LÓPEZ-OLGUÍN

Puebla, Puebla, México, febrero del 2013

MANEJO DEL GUSANO SOLDADO *Spodoptera exigua* (HÜBNER) EN LOS REYES DE JUÁREZ, PUEBLA Y EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE EXTRACTOS VEGETALES

Javiera Estefany Barrientos Gutiérrez, M.C

Colegio de Postgraduados, 2013

El gusano soldado *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) es un insecto polífago que ataca numerosos cultivos y ha desarrollado resistencia ante diversos tipos de insecticidas, por lo cual la documentación sobre el manejo y la investigación sobre alternativas para su control es de suma importancia. En el municipio de Los Reyes de Juárez, ubicado en el Valle de Tepeaca, Puebla, se documentó el manejo convencional de *S. exigua* y su presencia dentro de cultivos de la zona. Asimismo se documentaron especies vegetales con características para el control de plagas, las cuales se evaluaron a nivel de laboratorio utilizando sus extractos. Los resultados obtenidos mostraron que los insecticidas convencionales utilizados en el control del insecto por los agricultores incluyen Clorpirifos-Permetrina y Carbofurano (del grupo químico piretroide-organofosforado y carbamato respectivamente), la aplicación de estos agroquímicos se realiza cada vez que se observan larvas en los cultivos y la mayor parte de los agricultores consideraron que el control de *S. exigua* les representa un gasto adicional a la producción; en cuanto a la asesoría para el uso de los insecticidas esta es proporcionada en su mayoría por las casas comerciales de agroquímicos o no reciben asesoría. De acuerdo a la documentación botánica, se eligieron: *Marrubium vulgare*, *Mentha rotundifolia*, *Montanoa tomentosa*, *Schinus molle*, *Teloxys graveolens* y *Ricinus communis*, con las cuales se elaboraron extractos de tipo acuoso, etanólico y acetónico, cuya actividad se evaluó frente a larvas del quinto instar de *S. exigua*. La evaluación se llevó a cabo en laboratorio, mediante bioensayos con pruebas de no-preferencia. Los resultados mostraron que la mayor actividad antialimentaria fue para los extractos etanólicos; especialmente los extractos de semilla de *R. communis*, *M. vulgare* y *S. molle*, se obtuvo un valor igual o cercano al 50%. Conforme a los resultados obtenidos, se concluye que el control químico es uno de los métodos de control más importantes de *S. exigua*, sin embargo, hay un potencial para el manejo de esta plaga de insecto, utilizando extractos vegetales elaborados con especies que crecen en esta zona.

Palabras clave: antialimentario, manejo convencional, *S. exigua*.

MANAGEMENT OF BEET ARMYWORM *Spodoptera exigua* (HÜBNER) IN THE MUNICIPALITY OF LOS REYES DE JUÁREZ, PUEBLA AND EVALUATION OF THE ACTIVITY OF BOTANICAL EXTRACTS

Javiera Estefany Barrientos Gutiérrez, M.C

Colegio de Postgraduados, 2013

The beet armyworm *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) is a polyphagous insect that attacks a significant number of cultivated plants and has developed resistance to various types of insecticides, for these reasons the documentation about the management of the insect and the investigation of alternatives to its control are very important. In the municipality of Los Reyes de Juárez, located in the Tepeaca Valley, Puebla, we documented the conventional management of *S. exigua* and its presence within crops in the study area. Also we documented plant species with features for the control of pests, which were evaluated in laboratory using their extracts. The results showed that the conventional insecticides commonly used in the control of the insect by farmers include chlorpyrifos-permethrin and carbofuran (chemical type organophosphate-pyrethroid and carbamate respectively), the application of these agrochemicals is realized every time that they see insect larvae in the crops and most farmers considered that the control of *S. exigua* represents to them an additional expense to the production; in terms of the counseling for the use of insecticides is provided mostly in stores of agrochemicals or they do not receive counseling. At the same time, according to the botanical documentation, *Marrubium vulgare*, *Mentha rotundifolia*, *Montanoa tomentosa*, *Schinus molle*, *Teloxys graveolens* and *Ricinus communis* were chosen, and using these plant species extracts of three types: aqueous, ethanolic and acetic, were prepared, then their antifeedant activity was evaluated against larvae of the fifth instar of *S. exigua*. The evaluation was carried out in laboratory, using non-choice tests. The results showed that the greater antifeedant activity was obtained by the ethanolic extracts; particularly the extracts of seed of *R. communis*, *M. vulgare* and *S. molle*, were obtained a value equal to or close to 50%. According to the obtained results, it is concluded that chemical control is one of the most important methods of control of *S. exigua*, however there is a potential for the management of this insect plague, using vegetable extracts elaborated with species that grow in this area.

Key words: antifeedant, conventional management, *S. exigua*.

Dedicado a una persona valiosa y valiente, mi mamá:

Sra. María Concepción Barrientos.

Gracias por todo tu apoyo, amor y paciencia

“De mi madre aprendí que nunca es tarde, que siempre se puede empezar de nuevo”...
Facundo Cabral

AGRADECIMIENTOS

A todos los miembros del consejo particular:

Dr. Arturo Huerta de la Peña por aceptar este proyecto bajo dirección, por su apoyo, sugerencias y comentarios al proyecto.

Dr. J. Sergio Escobedo Garrido por la revisión, sugerencias y comentarios hacia el presente trabajo.

Dr. J. Francisco López-Olguín por su aceptación como asesor externo, por su apoyo sugerencias a este proyecto.

A las autoridades del municipio de Los Reyes de Juárez, por la disposición y apertura que siempre tuvieron hacia este proyecto.

A los productores del municipio de Los Reyes de Juárez, les agradezco infinitamente su tiempo y paciencia.

Al Dr. Luis Ricardo Hernández, profesor investigador de la UDLAP, por su apoyo durante la elaboración de extractos acuosos, así como a la Dra. Maria Teresa Jimenez.

A la Dra. Maria Teresa Zayaz y la M. en C. Cristina Escobar por su apoyo y orientación en la elaboración de extractos etanólicos y acetónicos.

A la M. en C. Rosa Andrés por su asesoría y apoyo en la identificación de especies vegetales.

Al Biólogo Angel Castillo por su tiempo y apoyo en las visitas al municipio para la obtención de información y establecimiento de la cría de *S. exigua*.

A la Sra. Maria Concepción Barrientos, Sra. Laura Barrientos, y el Prof. Samuel Márquez por su apoyo en las visitas al municipio.

Al Colegio de Postgraduados, Campus Puebla por abrirme las puertas como estudiante de la Maestría en Ciencias.

Al CONACYT por la beca proporcionada para la realización de los estudios de Maestría.

CONTENIDO	PÁGINA
Índice de Cuadros	x
Índice de Figuras	xii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1. Planteamiento del problema	2
2. Revisión de literatura	3
2.1 Control químico de plagas y su impacto en la agricultura.....	4
2.2 Sustentabilidad y agricultura sostenible.....	5
2.3 Manejo agroecológico de plagas.....	6
2.4 Productos botánicos para el manejo de plagas.....	6
2.5 Gusano soldado, rosquilla verde, gusano de la remolacha <i>S. exigua</i>	8
2.5.1 Biología y ciclo de vida de la especie	8
2.5.2 Daños causados y distribución	9
2.5.3 Métodos de control del gusano soldado <i>S. exigua</i>	10
3. Objetivos.....	13
3.1 Objetivo general	13
3.1.1 Objetivos particulares.....	13
4. Hipótesis.....	14
4.1 Hipótesis general.....	14
4.1.1 Hipótesis específicas	14
5. Metodología general.....	15
6. Literatura citada.....	17
CAPÍTULO 2. (Presencia y manejo del gusano soldado <i>S. exigua</i> en la zona de estudio) Incidencia y manejo convencional de <i>Spodoptera exigua</i> en cultivos del municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla	21
Resumen.....	21

Introducción	22
Metodología.	22
Resultados y Discusión	25
Conclusiones	47
Literatura citada.	48

CAPÍTULO 3. Exploración de especies vegetales consideradas medicinales con posible potencial repelente o insecticida en el municipio de los Reyes de Juárez,

Puebla	54
Resumen	54
Introducción	54
Metodología.	56
Resultados y Discusión	57
Conclusiones	73
Literatura citada	73

CAPÍTULO 4. Actividad antialimentaria de los extractos acuosos, etanólicos y acetónicos de *Marrubium vulgare*, *Mentha rotundifolia*, *Montanoa tomentosa*, *Schinus molle*, *Teloxys graveolens* y *Ricinus communis* frente a larvas de quinto instar del gusano soldado *Spodoptera exigua* (Hübner) Lepidoptera: Noctuidae

Resumen	78
Introducción	78
Metodología.	80
Resultados y Discusión	87
Conclusiones	94
Literatura citada.	94
CONCLUSIONES GENERALES	98
ANEXO (Cuestionario aplicado)	101

ÍNDICE DE CUADROS

CAPÍTULO 2	PÁGINA
Cuadro 1. Escolaridad de los entrevistados.....	25
Cuadro 2. Información sobre los cultivos más comunes en la zona hortícola del municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla.	27
Cuadro 3. Destino de los cultivos/producción de los entrevistados en el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla	30
Cuadro 4. Cultivos que han visto afectados los campesinos del municipio de los Reyes de Juárez, Puebla por la plaga gusano soldado <i>S. exigua</i>	32
Cuadro 5. Agrupado de los cultivos afectados de acuerdo a su familia botánica	33
Cuadro 6. Insecticidas utilizados por los productores del municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla en los cultivos afectados por <i>S. exigua</i>	36
Cuadro 6.1 Insecticidas usados en el control de <i>S. exigua</i> de acuerdo a su clasificación toxicológica.....	37
Cuadro 7. Elementos de protección utilizados al emplear insecticidas ocupados en el control de <i>S. exigua</i> en cultivos afectados.	42
Cuadro 8. Personas encargadas de la aplicación de los insecticidas en los cultivos afectados por <i>S. exigua</i> en el municipio de Los reyes de Juárez, Puebla.	43
Cuadro 9. Aplicación del insecticida en cultivo en los cultivos afectados por <i>S. exigua</i> en el municipio de Los reyes de Juárez, Puebla.....	44
Cuadro 10. Gasto en insecticidas por parcela y aplicación en cultivos afectados por <i>S. exigua</i> en el municipio de Los reyes de Juárez, Puebla.....	45
Cuadro 11. Información sobre la intoxicación debida al uso de productos insecticidas de para el control de <i>S. exigua</i> en el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla.	45
 CAPÍTULO 3	
Cuadro 1. Reconocimiento de plantas con propiedades medicinales o venenosas	59
Cuadro 2. Número de especies botánicas y su familia	59

Cuadro 3. Especies vegetales útiles (arvenses, ruderales, poco cultivadas o de traspatio en el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla	61
---	----

CAPÍTULO 4

Cuadro 1. Índices de actividad antialimentaria (IA) de diferentes extractos acuosos aplicados a 5000 ppm sobre larvas de quinto instar de <i>S. exigua</i>	87
Cuadro 2. Índices de actividad antialimentaria (IA) de diferentes extractos etanólicos aplicados a 5000 ppm sobre larvas de quinto instar de <i>S. exigua</i>	90
Cuadro 3. Índice de actividad antialimentaria (IA) de diferentes extractos acetónicos aplicados a 5000 ppm sobre larvas de quinto instar de <i>S. exigua</i>	92

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1	PÁGINA
Figura 1. Larvas de <i>Spodoptera exigua</i>	8
Figura 2 Ciclo de vida de <i>S. exigua</i>	9
CAPÍTULO 2	
Figura 1. Productor del municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla	23
Figura 2. Ubicación del municipio de Los Reyes de Juárez, dentro del estado de Puebla	24
Figura 3. Parcelas del municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla	28
Figura 4. Tipo de agricultura- Riego o Temporal en Los Reyes de Juárez, Puebla.....	28
Figura 4.1 Sistema de regadío del municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla	29
Figura 5.1-5.2. Reconocimiento del gusano soldado <i>S. exigua</i> como plaga presente en cultivos del municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla.	31
Figura 6. Métodos de control utilizados para el gusano soldado <i>S. exigua</i>	34
Figura 7. Porcentaje de uso de los insecticidas, manejados para el control del gusano soldado <i>S. exigua</i> , de acuerdo a su clasificación química.....	37
Figura 8. Servicio de asesoría recibida por los productores para el uso de insecticidas utilizados en el manejo del gusano soldado en el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla.....	41
Figura 9. Representa costos adicionales el control del insecto <i>S. exigua</i> ; evaluado en el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla	45
CAPÍTULO 3	
Figura 1. <i>Montanoa tomentosa</i> (Asteraceae),	60
Figura 2. <i>Marrubium vulgare</i> (Lamiaceae),	60
Figura 3 Figura 3. <i>Malva parviflora</i> (Malvaceae),	60
Figura 4 Epazote de zorrillo <i>T. graveolens</i>	64

Figura 5. Marrubio <i>M. vulgare</i>	66
Figura 6. Mustranzo <i>M. rotundifolia</i>	67
Figura 7. Nichtlacote/nixclacote <i>M. tomentosa</i>	69
Figura 8. Árbol de Pirú/pirúl <i>S. molle</i>	72

CAPÍTULO 4

Figura 1. Larvas de <i>S. exigua</i> en recipientes plásticos donde se llevaba a cabo su desarrollo.....	80
Figura 2. Larvas de <i>S. exigua</i> alimentándose	81
Figura 3. Plantas de <i>B. vulgaris</i> , en cultivo de traspatio, manejado sin agroquímicos del cual se obtenía material vegetal para alimento y ensayos con <i>S. exigua</i>	82
Figura 4. Liofilizador y extracto liofilizado	83
Figura 5. Equipo rotavapor utilizado en la obtención de los extractos acetónico y etanólico	84
Figura 6. Unidad experimental de los ensayos de actividad antialimentaria e inicio del ensayo en laboratorio	85
Figura 7. Balanza analítica donde se obtenían pesos frescos y secos	86
Figura 8. Gráfica de medias del Índice antiapetitivo (IA %) de los extractos acuosos.....	88
Figura 9. Gráfica de medias del Índice antiapetitivo (IA %) de los extractos etanólicos .91	
Figura 10. Gráfica de medias del Índice antiapetitivo (IA %) de los extractos acetónico .93	

CAPÍTULO 1.

INTRODUCCIÓN GENERAL

El control de plagas, es una de las problemáticas asociada a la actividad agrícola. Especialmente los insectos son organismos cuyo control resulta complicado, esto debido a su rápido crecimiento y reproducción, así como a la gran capacidad de adaptación a las condiciones favorables del hábitat donde se desarrollan.

El gusano *Spodoptera exigua* también llamado gardama, rosquilla verde gusano soldado o gusano de la remolacha es una plaga agrícola que afecta a numerosos cultivos a nivel mundial, en su mayoría plantas de importancia económica. El uso de insecticidas contra los estados larvales se considera el método de control de insectos más utilizado (Greenberg *et al.*, 2005); sin embargo, el mal manejo de estos productos ha generado resistencia en muchas especies plaga, entre ellas en *S. exigua*. Hacia 1998, un total de 1600 especies de insectos en todo el mundo, consideradas como plagas habían desarrollado resistencia a uno o más insecticidas (Smith y Smith, 2001). A finales de los años noventa se reportaba el cambio en la susceptibilidad de *S. exigua* para diversos insecticidas en estado larval (Kim *et al.*, 1998). En el caso del gusano soldado, es resistente a varias clases de insecticidas en diversos grados, como son los organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides (Ahmad y Arif, 2010; Gore y Adamczyk, 2004). Asimismo se reporta resistencia a insecticidas nuevos como Spinosad (Wang *et al.*, 2006). *S. exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae).

Aunado a la resistencia se encuentran los efectos negativos en el ambiente y sobre la salud, causados por el uso desmedido de insecticidas sintéticos (Pavela, 2004), entre estos efectos encontramos la contaminación de suelos, aire y agua, intoxicaciones humanas y la eliminación de los enemigos naturales de las plagas. Lo anterior, conduce a la necesidad de buscar métodos sustentables para el control de insectos, que no afecten a largo plazo al ambiente y a los individuos relacionados con su manejo y aplicación.

En la actualidad se ha renovado el interés en el desarrollo de alternativas que sean potencialmente más seguras para los trabajadores agrícolas y para el ambiente, una de ellas es el uso de productos botánicos con actividad repelente, efecto antialimentaria o bien insecticida, el

cual es considerado un método ambientalmente seguro y sin afecciones graves para el ser humano (Pavela, 2007; Dayan *et al.*, 2009).

1. Planteamiento general del problema

En México, *S. exigua* se considera una plaga de importancia económica que se presenta de manera cíclica, afectando a gran cantidad de cultivos. Se ha reportado que esta especie es ahora una plaga inducida o secundaria debido al exceso de productos químicos utilizados para su control.

El uso de insecticidas de síntesis química ha proporcionado a los cultivos protección contra diversas plagas durante décadas; sin embargo, estos también han causado grandes problemas a través de los años, entre ellos daños ecológicos, económicos y de salud principalmente a los involucrados en su manejo, en este caso los agricultores.

Entre los daños ocasionados en cultivos esta la disminución de superficie foliar debido a la alimentación de los estados larvales en hojas, así como, los daños en frutos al realizar perforaciones en los mismos, lo cual provoca baja calidad y producción del fruto (Capinera, 2001), lo cual disminuye el ingreso de los productores, afectando su economía.

Actualmente se investiga un manejo de plagas compatible con el de sustentabilidad, como lo menciona Bahena (2003), se busca restringir el uso de plaguicidas de síntesis química, obtener rendimiento y calidad aceptable, así como minimizar los posibles daños al ambiente y salud humana. Por ello, se han buscado nuevas alternativas para el control y manejo de diversas clases de insectos que atacan los cultivos. Entre estas alternativas encontramos la utilización de productos de origen vegetal estas prácticas se encuentran incluidas en el *Manejo Agroecológico de Plagas* (MAP).

Teniendo en cuenta los antecedentes de *S. exigua*, habiendo observado daños cíclicos en las parcelas de varios municipios del estado de Puebla, y considerando el *Manejo Agroecológico de Plagas* (MAP) se exploran nuevas opciones para el manejo de este insecto que sean económicas, al alcance del productor y compatibles con el medio ambiente.

Actualmente, existe la imperiosa necesidad de implementar métodos que además de controlar plagas, sean menos agresivos con el ambiente, se han buscado alternativas para el manejo y control de los insectos fitófagos. Entre estas alternativas encontramos el uso de enemigos naturales (organismos que parasiten a la plaga o bien sean parásitos), el uso de

semioquímicos (feromonas sexuales que atraigan a los insectos a trampas evitando su reproducción), el uso de organismos patógenos como virus o bacterias que afecten directamente a las plagas. Finalmente se han retomado conocimientos con los cuales se controlaba dicho problema en la antigüedad, antes de la existencia de los productos insecticidas, como el uso de plantas con características insecticidas-repelentes o productos extraídos a partir de estas, por ejemplo macerados en frío o infusiones. Esta alternativa como las otras mencionadas, están siendo validadas y por lo tanto tomando mayor reconocimiento por parte de los productores y de los técnicos agrícolas.

La existencia, conocimiento y comercialización de productos de origen diferente al químico-sintético beneficiará a los productores que lidian diariamente con insectos como *S. exigua* en sus parcelas, ya que estas son herramientas de control más económicas a largo plazo, además de evitarse los efectos nocivos a la salud en las personas expuestas a los plaguicidas de síntesis química. De esta manera el uso de estas técnicas de control de plagas como el *gusano soldado* evitará en gran medida la contaminación a suelos, aire y agua así como el desarrollo de resistencia de las plagas y la presencia de residuos tóxicos en los productos agrícolas.

De igual manera es preciso que los métodos alternativos para el control de plagas una vez validados, sean difundidos ampliamente entre los técnicos agrícolas y productores con el fin de ir incorporando poco a poco estas opciones que son prometedoras tanto para el productor como para los sistemas agroecológicos.

Cabe mencionar que las pruebas que sostendrán como válida a una técnica o producto utilizado en el control de plagas, conllevan un proceso que suele iniciarse a nivel de laboratorio, mediante bioensayos, para posteriormente llevarlas a sistemas de invernadero o bien en campo.

2. Revisión de literatura

2.1 Control químico de plagas y su impacto general en la agricultura.

Dentro de los factores más importantes que afectan la producción de vegetales destacan los insectos plaga. Aragón *et al.*, (2011) definen a una plaga agrícola como una población de animales fitófagos, es decir que se alimentan de plantas, disminuyendo la producción del cultivo, reduce el valor de la cosecha, o incrementa sus costos de producción, siendo este un

criterio esencialmente económico.

Cada día la situación de los cultivos con respecto a los fitófagos, particularmente insectos se torna más difícil, las plagas secundarias se han tornado primarias; además surgen nuevas plagas que anteriormente no se encontraban en la región, esto último tiene que ver con varias circunstancias que incluyen los cambios climáticos así como el manejo de plaguicidas, muchas veces inadecuado y excesivo. En cuanto a daños provocados por plagas, como lo mencionan Marco y Pérez (2011), las poblaciones de miles de especies, sobre todo artrópodos, son responsables de importantes reducciones y deterioro de las cosechas tanto en pre-recolección como una vez recolectados, además, algunas de las plagas transmiten enfermedades causantes de daños importantes.

Según la USEPA (2008), el termino plaguicida puede aplicarse a toda sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir, repeler o controlar una plaga. Dentro de esta clasificación hayamos a los insecticidas, que actualmente son los plaguicidas de mayor uso en la agricultura.

Durante el desarrollo de los insecticidas, se creyó que serían los compuestos perfectos para el control de plagas, por lo que a nivel mundial la lucha contra el control de insectos plaga alcanzó un gran auge después de la Segunda Guerra Mundial, años durante los cuales se desarrollaron una gran cantidad de plaguicidas organosintéticos y tecnologías de aplicación de los mismos (Sánchez *et al.*, 2007). Posteriormente no transcurrió mucho tiempo para que se cambiara este concepto, ya que surgieron insectos capaces de biotransformar estas sustancias, ya sea por medios enzimáticos, por excreta rápida o por una lenta absorción; de tal forma que estos organismos se volvieron más resistentes y difíciles de combatir (Valle y Lucas, 2000).

El gran apogeo de los insecticidas de síntesis se registró en el periodo conocido como *Revolución Verde*, que incorporó el uso de agroquímicos y de maquinaria, originando lo que hoy se califica como *crisis de la agricultura*, caracterizada por la degradación de suelos, contaminación ambiental y problemas de tipo económico, ecológico y social (Sánchez *et al.*, 2007).

Con el uso intensivo de insecticidas surgieron problemas de salud entre las personas dedicadas a labores del campo, como las intoxicaciones denominadas IAP (Intoxicación Aguda por Plaguicidas). La intoxicación por plaguicidas organofosforados (PO) es una causa importante de morbilidad y mortalidad en todas partes del mundo, en particular, en los países en vías de

desarrollo. La tasa de mortalidad debido a la autointoxicación por esta causa es de alrededor del 10% al 20% (Roberts y Buckley, 2008).

Al observar la “baja eficiencia” de los insecticidas sobre los organismos fitófagos en los cultivos, los productores optaron por aplicar excesivas cantidades de insecticidas. Este manejo afecta económicamente al productor ya que invierten mayores recursos de los que inicialmente se planean, además se expone a un mayor riesgo de intoxicación. Otro problema es la persistencia en el ambiente de los plaguicidas, debida a su estabilidad química, lo cual ha traído como consecuencia un efecto de bioacumulación en las cadenas alimenticias (Sosulsky y Mahmoud, 1979), o bien destrucción de algunas especies de insectos útiles e insectos que pueden ser enemigos naturales de las plagas (Mandarawy *et al.*, 2004).

2.2 Sustentabilidad y agricultura sostenible.

Sánchez *et al.*, (2007), mencionan que en la actualidad el propósito del hombre al desarrollar la agricultura ya no es solo producir volúmenes de alimentos suficientes, materia prima y divisas sino también conservar los recursos naturales en los que la actividad agrícola se basa.

La sustentabilidad en general es un término para describir la estabilidad de un ecosistema a largo plazo (Schmitz, 2007), se basa en la pregunta de si nuestro planeta puede sostener el impacto humano global del presente y del futuro (Verstappen, 2009); para ello se toma como referencia a los recursos naturales, ya sea utilizados o bien aquellos que son afectados durante las diversas actividades humanas. Los sistemas y enfoques actuales de producción deben orientarse en mecanismos que sean sustentables (sostenibles). Un concepto relacionado es el de *agricultura sostenible*, el cual como lo mencionan Marco y Pérez (2011) propone el modo de practicar la agricultura satisfaciendo las necesidades actuales de la humanidad sin comprometer a las generaciones futuras; para ello se busca compatibilizar la parte económica (rentabilidad que permita una vida digna a los agricultores), la parte social (asegurar la alimentación con productos suficientes y saludables), y la parte ambiental (sin contribuir al deterioro del entorno). Un enfoque compatible con el concepto de *sustentabilidad y agricultura sostenible* es el propuesto por el *Manejo Agroecológico de Plagas* (MAP).

2.3 Manejo Agroecológico de Plagas.

Los primeros plaguicidas usados fueron sustancias inorgánicas y botánicas, esto se abandonó al descubrirse productos como el DDT de origen sintético, a partir de allí y debido al buen control de plagas, malas hierbas y patógenos, nuevas materias se incorporaron, siendo la lucha química la única herramienta utilizada (Huerta-de la Peña *et al.*, 2010). Esto ha sido una constante para los agricultores durante décadas. Actualmente se busca controlar de manera diferente las poblaciones de insectos plaga. El *Manejo Agroecológico de Plagas* (MAP) es un ejemplo de ello, teniendo una visión integradora y holística con todo el agroecosistema (ecosistema agrícola cuyos componentes se encuentran determinados por el ser humano), no busca exterminar insectos, sino que trata de controlar sus poblaciones para que éstas no causen daños de importancia económica.

El MAP se caracteriza por no incluir los plaguicidas convencionales (Sánchez *et al.*, 2007); el manejo se sustenta en una restauración de la biodiversidad funcional que reactive el control biológico, el cual se complementa con alternativas ecológicamente compatibles como pueden ser las asociaciones y rotaciones de cultivo, manejo de arvenses, trampas, uso de semioquímicos, utilización de extractos de plantas con propiedades adversas a las plagas e insecticidas biológicos (Bahena, 2003).

Entre las prácticas a realizar dentro del MAP resaltan las referentes al uso de productos de origen vegetal. El manejo de productos alternativos como extractos, polvo o derivados de plantas que posean propiedades repelentes, disuasivas de la alimentación o tóxicas.

2.4 Productos botánicos para el manejo de plagas.

Se sabe que las plantas elaboran dos clases de metabolitos, los primarios que se encargan específicamente de funciones tan importantes como el crecimiento y desarrollo vegetal, mientras que los secundarios no se consideran esenciales para la planta, siendo estos los más utilizados por los seres humanos, ya que de esta fuente se obtienen pigmentos, aromatizantes, medicamentos y plaguicidas (Azcón, 2003).

Al recurrir a los productos botánicos como herramienta de control se trata de aprovechar los metabolitos secundarios producidos naturalmente por las plantas, como defensa ante

organismos herbívoros, reduciendo su reproducción o supervivencia (Steppuhn *et al.*, 2004); estos metabolitos no son de presencia universal, y suelen tener mayor representatividad en ciertas familias. Entre los metabolitos secundarios encontramos alcaloides, aminoácidos no proteicos, esteroides, fenoles, flavonoides, glucósidos, glucosinolatos, quinonas, taninos y terpenoides (Azcón, 2003).

Se considera que una gran cantidad de plantas poseen químicos con actividad biológica para el control de organismos plaga siendo estas más de 2000 (Traboulsi *et al.*, 2005). Los insecticidas botánicos o vegetales tuvieron amplia aplicación en la agricultura cuando no existían los insecticidas de síntesis química, recientemente hay ejemplos donde se aplican para combatir plagas dentro de la agricultura comercial o convencional (Rodríguez, 2000).

Con el uso de sustancias vegetales no se planea eliminar totalmente la plaga sino buscar la regulación, tratando de inhibir la alimentación, el crecimiento o la oviposición. Asimismo los extractos vegetales son una alternativa accesible de bajo costo para los productores y su uso es compatible con los métodos de agricultura sostenible.

La búsqueda de sustancias naturales que sean activas contra plagas, ya sea de insectos u otros organismos nocivos a la actividad agrícola, se ha realizado mediante bioensayos, utilizando extractos de diversos tipos (acuosos, etanólicos, entre otros), o bien polvos vegetales pertenecientes a diversas partes de la planta con posible actividad insecticida frente a plagas. De acuerdo con algunos autores, cualquier sustancia que puede reducir el consumo o alimentación de un insecto puede ser considerada como antialimentaria; de manera abreviada puede considerarse que una sustancia antialimentaria es aquella que sabe mal o tiene un gusto desagradable para los insectos. Esta actividad se evalúa generalmente inicialmente en laboratorio, mediante ensayos de preferencia y/o no preferencia (Isman, 2002). En el presente trabajo se analizó información sobre el manejo convencional del gusano soldado *S. exigua* en el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla, asimismo se determinó un grupo de especies vegetales para ser valoradas como método de manejo de *S. exigua*. Una vez establecidas las especies se obtuvieron y evaluaron los extractos acuosos, etanólicos y acetónicos a partir de cada una de ellas. La evaluación se realizó por medio de ensayos de actividad antialimentaria.

2.5 Gusano soldado, rosquilla verde, gusano de la remolacha *S. exigua*

2.5.1 Biología y ciclo de vida de la especie

El gusano soldado *S. exigua* pertenece al Orden Lepidóptera, el cual es considerado uno de los más grandes de la Clase Insecta. Intrínsecamente dentro de los lepidópteros encontramos a la Familia Noctuidae. Como característica afín a todos los organismos de este grupo, cabe destacar el hecho de que las formas adultas (palomillas) son nocturnas, gregarias y poseen escamas. En la literatura se menciona que el ciclo de vida de *S. exigua* (Figura 2) dura entre 30 a 36 días (Metcalf y Flint, 1982), siendo el ciclo un par de días más corto en regiones cálidas. Los adultos colocan masas de huevecillos en el envés de las hojas, las cuales suelen cubrir con sus propias escamas. Las palomillas tienen aproximadamente 1.5 cm de largo y su extensión de alas va de 25 a 30 mm (Capinera, 2005). El período de oviposición de las hembras dura de tres a siete días y los huevecillos al inicio son de color claro virando a marrón oscuro al final de su desarrollo, y eclosionarán entre tres a siete días, siendo dependiente este proceso de la temperatura. Las larvas (Figura 1) pasan por cinco estadios, estas se encuentran desprovistas de pelos durante toda esta etapa. Al iniciar su desarrollo presentan colores pálidos; esta coloración aumenta en el tercer instar, además adquieren rayas dorsolaterales sumamente distintivas para la especie. Casi al final del quinto instar las larvas reducen su longitud entrando al estado de pupa durante el cual se lleva una metamorfosis que lleva al insecto de larva a palomilla o adulto. Es en la etapa larval cuando los insectos causan daños a los vegetales hospederos.



Figura 1. Larvas de *S. exigua*.

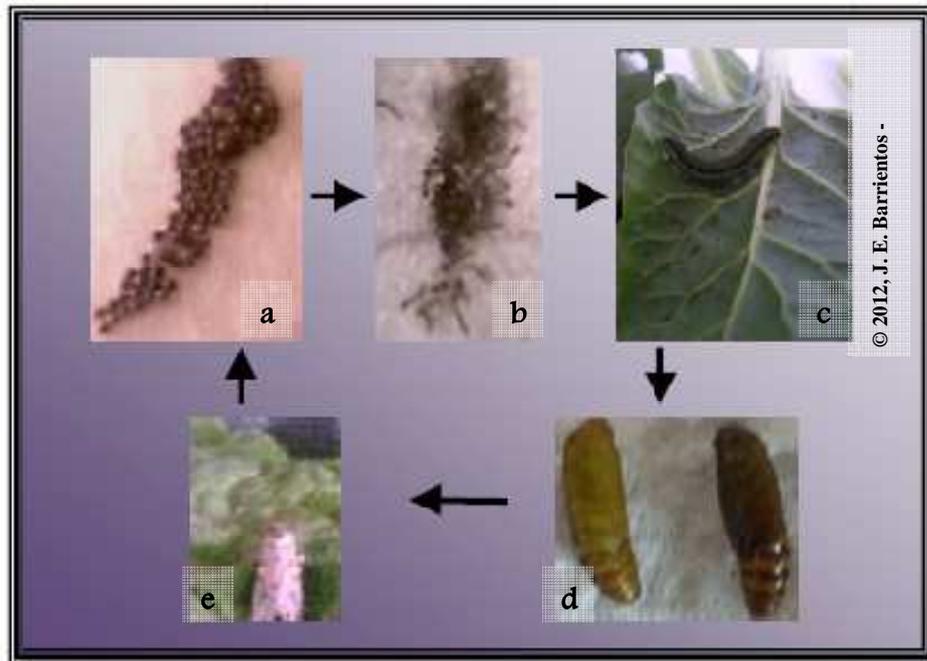


Figura 2 Ciclo de Vida de *S. exigua*. a: huevecillos, b: eclosión de las larvas, c: larva L5, d: pupa y e: adulto-palomilla. Fuente: elaboración propia, fotos tomadas durante el periodo de cría de *S. exigua*.

2.5.2 Daños causados y distribución

Como todo insecto generalista, *S. exigua* consume y se desarrolla en una gran variedad de cultivos, atacando hojas y tallos primordialmente; sin embargo también puede atacar raíces.

En América del Norte fue introducida entre 1876 y 1882 (Capinera, 2005). Actualmente se encuentra distribuida por el norte de África, gran parte de África del sur, Oriente Medio, Península Ibérica, Sur de Francia, Italia, Mar Negro, Inglaterra y Alemania (Pérez *et al.*, 2003). En países asiáticos, zona de origen del insecto, se le considera un problema severo y se dedican grandes esfuerzos para su control.

En México la distribución de *S. exigua* abarca gran parte del país, debido a que es un insecto polífago, esto implica que siempre habrá alimento para continuar su desarrollo. Existen numerosos reportes de su presencia y ataque, entre los estados afectados destacan el Estado de México, Puebla, Querétaro, Hidalgo, Aguascalientes, Guanajuato, Michoacán, Jalisco, Durango, Zacatecas, Morelos, Guerrero, Tlaxcala, Veracruz y ocasionalmente en Sonora, Sinaloa y Tamaulipas (SENASICA-SAGARPA, 2009).

Se ha documentado que el insecto se presenta cíclicamente cada dos a cuatro años; si la infestación es fuerte las larvas pueden devorar todas las plantas y reducir las a rastrojo (CESAVEG, 2007). Entre los cultivos más atacados en el país encontramos a las gramíneas como maíz, sorgo, cebada, pastos, del mismo modo ha causado pérdidas en frijol, chile y trigo (SENASICA-SAGARPA, 2009). Es una de las plagas que suele atacar cultivos tan importantes como el maíz, en varios estados de la República Mexicana (SENASICA, 2012) entre ellos el Estado de México (CESAVEM, 2012), Guanajuato (CESAVEG, 2012) y Puebla. En 2008 provocó daños en más de 5000 hectáreas del corredor Tehuacán-Tecamachalco (El Sol de Puebla, 2008). En Tehuacán, Puebla, se ha encontrado como una de las plagas del follaje del cultivo de amaranto *Amaranthus hypochondriacus* (Aragón y López-Olguín, 2001). Asimismo por observación directa, se halló en los municipios de Acatzingo y Reyes de Juárez, Puebla, provocando daños en parcelas de acelga *Beta vulgaris*.

2.5.3 Métodos de control del gusano soldado *S. exigua*

Los métodos de control de insectos tienen por finalidad evitar que las plagas destruyan los cultivos, rebasando esta destrucción el umbral de daño económico, utilizando para ello diversas acciones o prácticas. Existen diversas metodologías para lograr controlar las poblaciones de gusano soldado; sin embargo, es un hecho que el principal método se relaciona con la utilización de insecticidas sintéticos, los cuales en general son aplicados sin medida dentro de los cultivos

A continuación se describen brevemente los métodos de control más conocidos contra *S. exigua*, los cuales también son afines a otros insectos:

- a) Control mecánico: utiliza barreras o cualquier elemento que logre aislar los cultivos del ataque de insectos, también se refiere al control realizado manualmente retirando al insecto o bien al follaje atacado. Este tipo de control se realiza en áreas pequeñas debido al tiempo y complicación que puede representar.
- b) Control biológico: en este caso se busca aumentar y conservar los enemigos naturales, y estos pueden ser introducidos o bien nativos (Bahena, 2003); también se pueden utilizar

depredadores, parasitoides, bacterias e incluso virus a los cuales sea susceptible *S. exigua*. Algunos de los depredadores que atacan huevos y larvas del gusano soldado incluyen chinches (*Orius sp.*, *Podisus sp.*, y *Geocoris sp.*) del Orden Hemíptera, también crisopas, en particular la familia Chrysopidae que posee condiciones de adaptabilidad a diferentes ambientes lo que les ha permitido una amplia distribución geográfica, además se reconocen como agentes de control biológico ya que pueden alimentarse de varias clases de artrópodos plaga (Giffoni *et al.*, 2007).

Una de las familias de insectos más conocidas por ser enemigos naturales de un gran número de insectos es la Braconidae (Hymenoptera) y dentro de esta a los géneros *Chelonus*, *Cotesia* y *Meteorus* cuyas especies son avispas que destacan por sus hábitos parasitarios.

Finalmente entre los virus y bacterias utilizados para el control del gusano soldado nos encontramos al llamado virus de la Poliedrosis nuclear *Autographa californica* el cual no solamente ha sido probado en *S. exigua*, sino también en otras especies de lepidópteros plaga (Zhang *et al.*, 2004) y entre las bacterias encontramos a *Bacillus thuringiensis* la más popular y ampliamente probada.

c) Control cultural: Se refiere al manejo de diversas prácticas agrícolas que hagan menos posible el desarrollo o proliferación de la plaga. Cabe señalar que estas eran comúnmente practicadas por los productores de antaño sin embargo esto cada vez se ha ido desplazando, es así que entre estas prácticas se encuentra la rotación de cultivos y propiciar policultivos en vez de monocultivos, así como la colocación de cultivos atrayentes o bien barreras naturales (plantas repelentes).

d) Control químico-sintético: la finalidad de uso es el exterminio de la plaga en cuestión, sin embargo, el efecto en la realidad ha sido contrario a lo esperado.

Hasta hace unas décadas el control químico se realizaba asperjando cultivos con productos como el Endrín o Toxafeno, los cuales actualmente se encuentran prohobidos en la mayor parte del mundo, por demostrarse las consecuencias que su aplicación traía consigo tanto en el ser humano como del ambiente. Una década atrás aún se recomendaba el uso de insecticidas cuyo activo era Endosulfán, el cual también ha sido

probado recientemente, de igual manera por sus efectos posteriores. Actualmente se recomiendan insecticidas del tipo piretroide como son el Fluvinato, Ciflutrín, Permetrina (Pérez *et al.*, 2003).

e) Control con sustancias vegetales. Se han realizado evaluaciones con productos obtenidos a partir de plantas para el manejo de *S. exigua* ya sea para conocer específicamente el efecto antialimentario o los efectos producidos en el insecto; entre ellas la de *Trichilia pallida* que presentó actividad antialimentaria para el *gusano soldado* y otros lepidópteros plaga (Simmonds *et al.*, 2001). Igualmente se evaluaron los extractos de *T. havanensis* (López-Olguín, *et al.*, 1998), que mostraron una alta actividad antialimentaria para esta especie. Uno de los efectos más conocidos es el del neem *Azadirachta indica*, que ha mostrado mortalidad en la muda de las larvas (Prabhaker *et al.*, 1986).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general.

- ❖ Documentar el control convencional del gusano soldado *Spodoptera exigua* realizado por parte de los productores del municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla, así como documentar el conocimiento local sobre especies vegetales con posibles propiedades insecticidas que crecen en dicha zona y evaluar la efectividad de extractos vegetales en larvas de quinto instar de *S. exigua*.

3.1.1 Objetivos particulares

- ❖ Conocer y analizar los diferentes tipos de control aplicado al gusano soldado por los productores
- ❖ Documentar información sobre el conocimiento tradicional y seleccionar plantas con posible actividad insecticida o repelente.
- ❖ Evaluar la toxicidad de extractos vegetales de tipo acuoso, etanólico y acetónico en larvas de quinto instar de *S. exigua*.

4. HIPÓTESIS

4.1 Hipótesis general

- ❖ El gusano soldado *Spodoptera exigua* es una plaga que afecta a diversos cultivos hortícolas del municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla, los productores de la zona realizan un control químico del insecto, lo que permite proponer un control utilizando productos de origen vegetal cuya base sean especies que se encuentren en esta región.

4.1.1 Hipótesis específicas

- ❖ El manejo convencional con insecticidas de síntesis constituye un riesgo para los productores de la región en estudio
- ❖ En la región existe al menos una especie vegetal con propiedades antialimentarias que pueda ser usadas contra *S. exigua*.
- ❖ Uno de los extractos vegetales evaluados presenta actividad biológica contra larvas de quinto instar de *S. exigua*.

5. METODOLOGÍA GENERAL

La metodología consistió de 2 etapas primordiales: investigación en campo, y determinación de la actividad antialimentaria en laboratorio de extractos vegetales.

La investigación en campo se llevó a cabo mediante encuestas semiestructuradas, cuya “n” o número de muestra fue de 160.

La muestra se estableció manejando un parámetro binomial con varianza máxima ($p=0.5$ y $q=0.5$), con una confianza del 95%; la fórmula de varianza máxima es la siguiente: $n = (N \cdot Z^2_{\alpha/2} \cdot (p \cdot q)) / (Nd^2 + Z^2_{\alpha/2} \cdot (p \cdot q))$. Las encuestas se aplicaron entre productores hortícolas del municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla en su mayoría del sexo masculino e involucró el análisis del manejo de la plaga *S. exigua* (gusano soldado) realizado por los productores agrícolas del municipio de estudio; asimismo se obtuvo información referente a las plantas que crecen en este municipio y que pudiesen tener un efecto en plagas.

En campo, las variables a evaluar fueron: 1) Identificación del gusano soldado como plaga/insecto nocivo en los cultivos del municipio, cabe señalar que para la obtención de esta información se llevaron larvas y adultos de *S. exigua* contenidas en recipientes plásticos con la finalidad de que fueran observadas e identificadas por los productores; 2) Cultivos dónde es más frecuente encontrar al gusano soldado; 3) Tipo de Control aplicado (Químico, Mecánico o Cultural) y nombre (s) comercial de él (o los) insecticidas utilizados para controlar a *S. exigua*; 4) Servicio (s) de asesoría para el manejo de *S. exigua*; 5) Elementos de protección utilizados para aplicar los insecticidas (cubrebocas, guantes, botas, etc.), 6) personas encargadas de la aplicación de los insecticidas y frecuencia de aplicación; 7) Representa costo adicional y costo aproximado de fumigación por parcela por aplicación 8) Intoxicaciones como resultado de emplear los insecticidas manejados para el control de *S. exigua*, 9) Conocimiento y nombres coloquiales de plantas de uso medicinal que crezcan en la región de estudio.

A partir de esta información se seleccionaron varias de estas especies, utilizando extractos de tipo acuoso, etanólico y acetónico; evaluando a nivel de laboratorio su capacidad antialimentaria frente a larvas de quinto instar de gusano soldado *S. exigua*.

La información fue capturada en Excel® y posteriormente analizada utilizando el programa estadístico SPSS®, obteniendo así los estadísticos correspondientes para cada caso.

La medición de la actividad antialimentaria se realizó mediante ensayos de laboratorio de corta duración (menos de 24 horas) en los cuales se prueba la capacidad del extracto de limitar o inhibir el consumo foliar por parte de un insecto, en este caso *S. exigua*. El índice utilizado para determinar la actividad antialimentaria fue el índice antiapetitivo, este índice (IA) se obtiene mediante la fórmula de Bentley *et al.*, 1984, haciendo uso de la ecuación: $IA = [(Dc - Dt) / Dc] \times 100\%$ Donde Dc= Discos testigo o control y Dt=discos tratados.

Literatura citada

- Ahmad, M., y Arif, M.I. (2010). Resistance of beet armyworm *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) to Endosulfán, organophosphorus and pyrethroid insecticides in Pakistan. *Crop Protection*. 29: 1428-1433.
- Aragón, G.A., y López-Olguín, J.F. (2001). Descripción y control de las plagas del amaranto. Publicación especial de la Benemérita Universidad autónoma de Puebla. México. Págs. 7 y 8.
- Aragón, G.A., Pérez, T.B.C., Lugo, G.G.A., Damián, H.M.A., Nepomuceno, C.A.D. y López, O.J.F. (2011). Plagas insectiles y su combate con métodos alternativos a los productos químicos. En: Manejo Agroecológico de Sistemas Vol. II. Aragón G. A., D. Jiménez G y M. Huerta L. (Eds.). 2011. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. Págs. 174 y 175.
- Azcón, J. (2003). Fundamentos de Fisiología Vegetal. Mc Graw Hill. México. Págs. 85-95.
- Bahena, J.F. (2003). Manejo Agroecológico de plagas para una agricultura sostenible. En: Agricultura, Ambiente y desarrollo sustentable. López-Olguín, J. F y Aragón, A. (Eds). Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. Págs. 149-182.
- Bentley, M. D., Leonard, D. E., Stoddard, W. F., y Zalkow, L. H. (1984). Pyrrolizidine alkaloids as larval feeding deterrents for spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 77 (4): 393-397.
- Capinera, J.L. 2005. Beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). Institute Of. Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Págs. 1-3.
- CESAVEG (Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato). (2007). Campaña de manejo fitosanitario de cultivos básicos: Maíz. Disponible en: http://www.cesaveg.org.mx/html/folletos/folletos_07/folleto_maiz_07.pdf. Consultada en Septiembre de 2012.
- CESAVEM (Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Estado de México). Manejo fitosanitario del maíz. Disponible en: <http://www.cesavem.org/index.php?accion=maiz>. Consultada en Septiembre de 2012.
- El sol de Puebla. 2008. “Plaga pone en riesgo 5200 hectáreas de cultivos”. Disponible en:

- <http://www.oem.com.mx/esto/notas/n814013.htm>. Consultada en Septiembre de 2012.
- Giffoni, J., Valera., N., Díaz, F., y Vázquez, C. (2007). Ciclo biológico de *C. carnea* alimentada con diferentes presas. *Bioagro*. 19, núm. 002. Págs. 109-113.
- Gore, J., y Adamczyk, J.J. (2004). Laboratory selection for beet armyworm *S. exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) resistance to methoxyfenozide. *Florida entomologist*. 87 (4): 450-453.
- Greenberg, S. M., Showler, A.T., y Liu, T.X. (2005). Effects of neem-based insecticides on beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Insect Science*. 12: 17-23.
- Huerta-de la Peña, A., Viñuela, S.E., y Medina, V.M, P. (2010). Tendencias actuales para el manejo de insectos plaga en la agricultura. En: Cultivos sanos (Manejo de plagas y enfermedades con bajo impacto ambiental). Huerta-de la Peña, A y Díaz-Ruíz, R (Eds). Colegio de Postgraduados, ALTRES COSTA-AMIC. Pág. 11.
- Isman, M.B. (2002). Insect Antifeedants. *Pesticide Outlook*. Royal Society of Chemistry. Págs. 152-157.
- Kim, Y., Joonik, L., Sungyoung, K., y Sangchan, H. (1998). Age variation in insecticide susceptibility and biochemical changes of beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner). *J. Asia-Pacific Entomol. J. Asia-Pacific Entomol.* 1(1): 109-113.
- López-Olguín, J. 1998. Actividad de productos de *Trichilia havanensis* (Jacq.) y *Scutellaria alpina* (Pau), sobre *Leptinotarsa decemlineata* (Say) y *Spodoptera exigua* (Hübner). Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- Marco, M.V.S., y Pérez, M.I. (2011). Manejo de plagas en agricultura orgánica: el papel clave de la estrategia de control biológico por conservación. En: Manejo Agroecológico de Sistemas Vol. II. Aragón G. A., Jiménez, G. D., y Huerta, M. L. (Eds.). Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. pág. 163.
- Mandarawy, M., Naggar, M.A.Z., y Samae, S. A. A. (2004). Evaluation of feeding stimulant mixed with chemical and bioinsecticides on certain lepidopterous pest and their natural enemies in cotton and soybean fields. *J. Appl. Sci Environ.* 8 (2): 77.
- Metcalf, C. L., y Flint, W. (1982). Insectos destructivos e insectos útiles. Continental. Págs. 288-292,301, 302, 687.
- Pavela, R. (2004). Insecticidal activity of certain medicinal plants. *Fitoterapia*. 75: 745-749.
- Pavela, R., y Herda, G., (2007). Effect of pongam oil on adults of the greenhouse whitefly

- Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Trialeurodidae). *Entomol. Gener.* 30: 193–201.
- Pérez, P. F., Montesdeoca, M., Estévez, J., y Carnero, A. (2003). Una plaga potencial en los cultivos hortícolas de Canarias: *Spodoptera exigua* (Lepidoptera, Noctuidae). *Revista Granja* 10. Págs.18-20.
- Prabhaker, N., Coudriet, D. L., Kishaba, A. N., y Meyerdirk, D. E. (1986). Laboratory evaluation of neem-seed extract against larvae of the cabbage looper and beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology.* 79:39-41.
- Roberts, D., y Buckley, N.A. (2008). Alcalinización para la intoxicación por plaguicidas organofosforados (Revisión Cochrane traducida). En: La Biblioteca Cochrane Plus, Número 4. Oxford: Update Software Ltd. Disponible en: <http://www.update-software.com>. (Traducida de The Cochrane Library, Issue 3. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.). Consultado en Febrero de 2011.
- Rodríguez, H.C. (2000). Plantas contra plagas. Potencial práctico del ajo, anona, nim, chile y tabaco. RAPAM., RAAA. Texcoco, México. Pág. 133.
- Sánchez M., Vázquez, R.L.M., Bahena, J.F., y Fregoso, L.ET. (2007). El Manejo Agroecológico de Plagas en el contexto de la agricultura sostenible. En: Avances en Agroecología y Ambiente Vol. 1. López-Olguín J. F.; A. Aragón G. y M. Tapia R. (Eds.). Publicación Especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. Págs. 277 – 295.
- Schmitz, N. (2007). Certification to ensure sustainable production of biofuels. *Biotechnology Journal.* (2): 1474–1480
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria), Insectos Fitófagos y Enfermedades Asociadas al Maíz en México. Disponible en: http://www.sisi.org.mx/jspsi/documentos/2008/seguimiento/08210/0821000001508_065.doc. Consultada en Septiembre de 2012.
- SENASICA-SAGARPA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (2009). Programa de Trabajo de la Campaña Manejo fitosanitario del maíz a operar con recursos del componente Sanidad e Inocuidad del Programa Soporte 2009. Gobierno del Estado de México. 2009. Págs.7-8.
- Smith, L.R., y Smith, T. (2001). *Ecología*. Madrid, España. Pág. 266.
- Steppuhn, A., Gase, K., Krock, B., Halitschke, R., y Baldwin, T. (2004). Nicotine's Defensive

- Function in Nature. *PLOS Biology*. Pág. 1074.
- Simmonds, M., Stevenson, P., Porter, E., y Veitch, C. N. (2001). Insect antifeedant activity of three new tetranortriterpenoids from *Trichilia pallida*. *Journal of Natural Products*. 64: 1117-1120.
- Sosulsky, F., y Mahmoud, R.M. (1979). Effects of proteins supplements on carbonyl compounds and flavor in bread. 56(6):533.
- Traboulsi, A.F., Samih, E., Tueni, M., Taoubi, K., Nader, N.A., y Mrad, A. (2005). Repellency and toxicity of aromatic plant extracts against the mosquito *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). *Pest Management Science*. 61: 597- 604.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency). (2008). About pesticides. Disponible en: <http://www.epa.gov/pesticides/about/index.html>. Consultada en Enero de 2012.
- Valle, V.P. y Lucas, B. (2000). Toxicología de alimentos. Instituto Nacional de Salud Pública; Centro Nacional de Salud Ambiental. DF, México. Págs. 127, 169 y 170.
- Verstappen, T.H. (2009). Geography, sustainability and the concept of glocalization. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*. Núm. 70, Págs. 106-113.
- Wang, W., Jianchu, M., Cheng, J., Zhuang, P., y Zhenhua, T. (2006). Selection and characterization of Spinosad resistance in *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 84: 180–18.
- Zhang, J. H., Washburn, J.O., Jarvis, D. L., y Volkman, L.E. (2004) *Autographa californica* M nucleopolyhedrovirus early GP64 synthesis mitigates developmental resistance in orally infected noctuid hosts. *Journal of General Virology*. 85: 833–842.

CAPÍTULO 2.

INCIDENCIA Y MANEJO CONVENCIONAL DE *Spodoptera exigua* EN CULTIVOS DEL MUNICIPIO DE LOS REYES DE JUÁREZ, PUEBLA.

Resumen

Spodoptera exigua es una plaga de importancia agrícola, al ser un insecto polífago se considera que afecta una gran variedad de cultivos. En México *S. exigua* ataca comúnmente cultivos de importancia económica, estos van desde los ornamentales, granos básicos hasta hortalizas. El control con agroquímicos es el método más comúnmente utilizado; sin embargo se ha reportado el cambio en la susceptibilidad a diversos insecticidas en estado larval de *S. exigua*. Esta adaptación ha venido en aumento, existiendo actualmente reportes de un gran número de insecticidas para los cuales este insecto ha creado resistencia. En el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla se obtuvo información sobre el manejo de esta plaga, mediante la aplicación de una encuesta entre los productores hortícolas. Este instrumento sirvió para identificar, de acuerdo a la observación y experiencia de los agricultores, los cultivos afectados por *S. exigua*, así como los insecticidas químicos más utilizados para el control del insecto. Asimismo, se identificó el tipo de protección utilizada por los agricultores al aplicar los insecticidas, quien realiza la fumigación cuando utilizan estos productos y si habían sufrido intoxicaciones al emplear los insecticidas. Esta información nos refleja una parte del manejo realizado para el control de la plaga. De acuerdo con los resultados obtenidos entre los cultivos mayormente afectados por *S. exigua* se hallan la acelga, brócoli y col. En cuanto al tipo de control aplicado, una tercera parte realiza solo un manejo químico y los insecticidas convencionales más utilizados en el control de *S. exigua* se encuentran aquellos cuyo principio activo son Clorpirifos etil-Permetrina, con un porcentaje de menciones del 22.7% y Carbofurán con 21.8% que corresponden a Foley-rey® y Furadán® respectivamente. En cuanto a la asesoría sobre el uso de insecticidas para el control de *S. exigua*, esta es proporcionada en su mayoría por los vendedores de las casas comerciales de agroquímicos o bien no reciben asesoría. La frecuencia de aplicación se resumió en cada vez que se observa al insecto en los cultivos. La mayor parte de los agricultores consideran que la presencia del insecto y su control les representa un gasto adicional a la producción y el gasto promedio es de \$500.00; además la mayor parte de ellos, llevan a cabo solos la aplicación de los insecticidas e igualmente la mayor parte comentó no haberse

intoxicado durante dicho proceso. Se incluyó también en esta parte características generales de los agricultores entrevistados como marco referencial al presente trabajo.

Palabras Clave: *Spodoptera exigua*, insecticidas, plagas, control.

Introducción

S. exigua (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) conocido como gusano soldado es una plaga agrícola de distribución mundial (Zheng *et al.*, 2011). El ciclo biológico del insecto consta de cuatro fases principales de desarrollo conocidas como huevo, larva, pupa y adulto (Garza y Terán, 2007), siendo la fase larval la que ocasiona daños importantes en diversos cultivos. El uso de insecticidas de síntesis (tipo químico-sintético) contra el estado larval de *S. exigua* es probablemente el principal método de control actualmente (Greenberg *et al.*, 2005), sin embargo el uso indiscriminado de insecticidas ha provocado el desarrollo de resistencia de las poblaciones de *S. exigua* frente a un gran número de insecticidas. En México, esta resistencia se reporta tanto para estudios de laboratorio como en campo, por ejemplo en la planicie huasteca (Garza y Terán, 2007).

Se reconocen también problemas asociados al control del insecto, más específicamente referidos al tipo de insecticidas y manejo de los mismos por parte de los trabajadores agrícolas. Una problemática importante a destacar en cuanto al control de plagas, y que para el caso de *S. exigua* no es excepción, es la falta de precaución en el manejo de insecticidas. Es frecuente observar fumigaciones en diversas áreas de nuestro país sin la vestimenta o equipo de protección adecuados, esto deriva en intoxicaciones entre los trabajadores agrícolas y problemas de salud en general; por lo cual es importante obtener información sobre las prácticas de manejo de insecticidas de los productores y documentar los cultivos que se ven afectados en zonas donde se sabe de la presencia de *S. exigua*, tal es el caso de Los Reyes de Juárez, Puebla.

Metodología

La documentación sobre incidencia y manejo de *S. exigua* se realizó tomando como referencia a productores del municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla (Figura 1). Este municipio se localiza en la parte central del estado de Puebla (Figura 2), sus coordenadas

geográficas son los paralelos 18° 55' 36" y 19° 01' 06" de latitud norte y los meridianos 97° 47' 54" y 97° 52' 06" de longitud occidental. Sus colindancias son: al norte con Tepeaca al sur con Cuapiaxtla de Madero, al este con San Salvador Huixcolotla y Acatzingo y al oeste con Tepeaca.



Figura 1. Productor del municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla

La principal actividad económica es la agricultura, la superficie dedicada a esta actividad es de 25.84 km² (INEGI, 2005). En esta comunidad se localizaron daños ocasionados en parcelas de acelga y espinaca por gusano soldado durante otro proyecto de investigación, asimismo se observó el manejo cotidianamente realizado por los agricultores de este municipio. Previo al inicio del trabajo de campo se contactó a las autoridades municipales de la zona de Los Reyes de Juárez, Puebla, explicándoles el motivo y objetivos del trabajo así como solicitando permiso para visitar el municipio con la finalidad de reunir la información necesaria para el presente estudio. Se diseñó un instrumento de obtención de información (encuesta semiestructurada), la n en este caso fue de 160 productores, determinada en el programa estadístico Statgraphics® (Versión Centurión XVI) y utilizando datos de INEGI, el cual marca que en el municipio existen 1300 productores (Censo Agrícola, Ganadero y Forestal, 2007). La muestra se estableció manejando un parámetro binomial, con varianza máxima ($p=0.5$ y $q=0.5$), y una confianza del 95%. Recordando que la fórmula de varianza máxima es $n = \frac{N Z_{\alpha/2}^2 (p*q)}{(N d^2 + Z_{\alpha/2}^2 (p*q))}$.

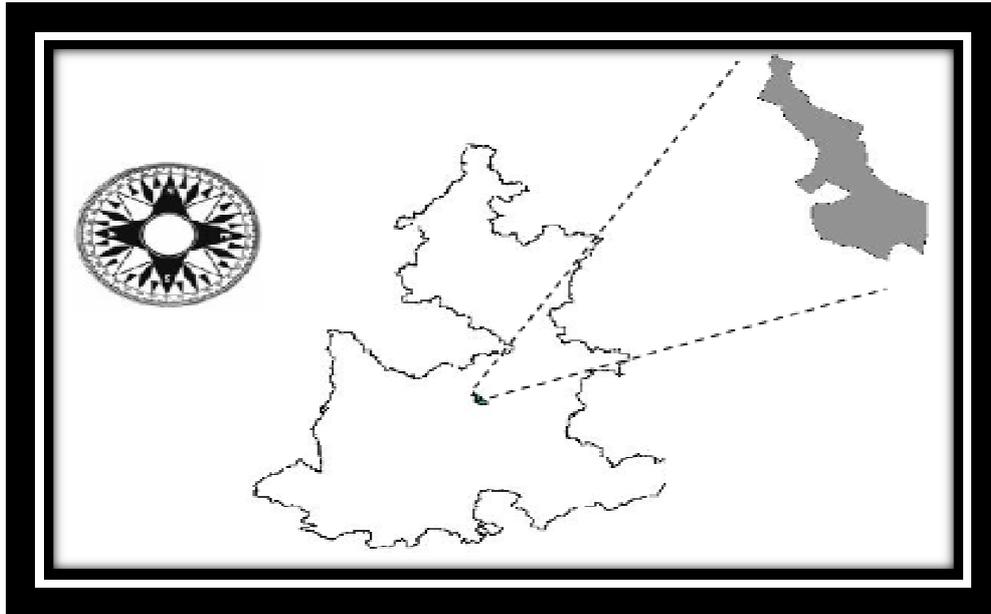


Figura 2. Ubicación del municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla.

El instrumento se aplicó al azar entre los productores, visitándolos en sus zonas de trabajo (parcelas), o bien aprovechando las reuniones informativas organizadas por dependencias del gobierno municipal.

El periodo de entrevistas fue de Septiembre de 2011 a enero de 2012. Al momento de las entrevistas se registraban los datos generales de los entrevistados y se obtenía la información en relación al manejo de la plaga *S. exigua* y los daños provocados por dicho insecto en los cultivos. Las variables a evaluar fueron: 1) Identificación del gusano soldado como plaga/insecto nocivo en los cultivos del municipio, cabe señalar que para la obtención de esta información se llevaron larvas y adultos de *S. exigua* contenidas en recipientes plásticos con la finalidad de que fueran observadas e identificadas por los productores; 2) Cultivos donde es más frecuente encontrar al gusano soldado; 3) Tipo de Control aplicado (Químico, Mecánico o Cultural) y nombre (s) comercial del (o los) insecticidas utilizados para controlar a *S. exigua*; 4) Servicio (s) de asesoría reconocida los productores para el manejo de *S. exigua*; 5) Elementos de protección utilizados para aplicar los insecticidas (cubrebocas, guantes, botas, otros); 6) personas encargadas de la aplicación de los insecticidas y frecuencia de aplicación; 7) Representa costo adicional y costo aproximado de fumigación por parcela por aplicación 8) Intoxicaciones como resultado de emplear los insecticidas manejados para el control de *S. exigua*.

Como parte de un marco de referencia se presentan datos generales de los productores entrevistados y algunos datos asociados.

Resultados y discusión

Datos generales de los productores entrevistados

Las entrevistas realizadas entre los 160 productores del municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla, proporcionaron la siguiente información. La mayor parte de los entrevistados fueron personas del sexo masculino; se entrevistaron a 117 hombres (73.1%) y 43 mujeres (26.9%). La edad media de los entrevistados fue de 40 años y la moda de 30 años. La escolaridad en su mayoría correspondió al nivel básico (primaria ya sea completa o trunca, tal como se observa en el Cuadro 1.

Cuadro 1 Escolaridad de los entrevistados.

Escolaridad	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Primaria incompleta	63	39.38	39.38
Primaria completa	77	48.13	87.50
Secundaria	11	6.88	94.38
Preparatoria	2	1.25	95.63
Profesional	1	0.63	96.25
Ninguna	3	1.88	98.13
No respondió	3	1.88	100

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos de septiembre 2011- enero 2012 donde n=160.

Según Ramírez (2009) los pequeños productores de la zona del Valle de Tepeaca, a la cual pertenece el municipio de Los Reyes de Juárez, tienen una edad entre 30 y 65 años, con un promedio de 3.5 hectáreas por unidad productiva.

Asimismo Lugo-Morín *et al.*, (2010) menciona que entre los elementos que integran a este sector destacan: la propiedad de la tierra, el conocimiento local, la fuerza laboral y los recursos económicos que les permite cierta autonomía referente a qué, cuándo, cómo y cuánto producir.

Cultivos de los productores entrevistados y datos asociados al cultivo (Marco de referencia).

Los productores comentaron trabajar con diversos tipos de cultivos. El Cuadro 2 presenta los resultados de mención de los cultivos. Solo una persona comentó sembrar maíz en sus parcelas y esto es sumamente evidente, quien lo mencionó lo realiza prácticamente para consumo familiar; existe una sustitución en esta zona de este básico y del frijol por cultivos hortícolas como acelga, apio, betabel, lechuga, brócoli, cebolla, coliflor, col, espinaca, lechuga, aunque también es posible encontrar algunas especies ornamentales. De los que obtuvieron una mayor mención (superior al 10%) son la espinaca (20%), la acelga (14.1%) y el brócoli (12.6%).

Cabe señalar que algunos de ellos no únicamente se dedican al cultivo de hortalizas, sino de hierbas aromáticas o especies utilizadas como condimentos, es decir orégano, tomillo e hinojo, perejil, cilantro y epazote. Como comentario adicional, es en las plantas aromáticas o de condimento donde se observa un sistema de intercalado (orégano-tomillo-hinojo) generalmente se hallan en una misma parcela, mientras que perejil, cilantro y epazote se siembran como cultivos solos.

En la Figura 3 se observan 2 parcelas de la zona de estudio. Lugo-Morín *et al.*, (2010) mencionan que debido al proceso de globalización, existe una reconfiguración en los patrones tradicionales de producción, lo cual es evidente en la zona del Valle de Tepeaca al cual pertenece el municipio de Los Reyes de Juárez. En este sistema los pequeños productores han impulsado estrategias de recomposición agrícola, desplazando la producción de cereales, primordialmente del maíz por hortalizas que les permiten mejores ingresos. La afirmación de los autores mencionados, se evidencia al visitar los campos de producción y en los datos obtenidos en el presente estudio.

Cuadro 2 Información sobre los cultivos más comunes en la zona hortícola del municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla.

Cultivo	Frecuencia (Menciones)	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Acelga	39	14.1	14.1
Ajo	1	.4	14.4
Alfalfa	3	1.1	15.5
Apio	13	4.7	20.2
Betabel	6	2.2	22.4
Brócoli	35	12.6	35.0
Cebolla	6	2.2	37.2
Coliflor	16	5.8	43.0
Chícharo	1	.4	43.3
Cilantro	11	4.0	47.3
Col	21	7.6	54.9
Espinaca	56	20.2	75.1
Epazote	1	.4	75.5
Frijol	2	.7	76.2
Flor	5	1.8	78.0
Hierbas finas (orégano, tomillo, hinojo -intercalados-)	10	3.6	81.6
Haba	2	.7	82.3
Hortalizas en general (no especificó)	3	1.1	83.4
Huauzontle	3	1.1	84.5
Lechuga	18	6.5	91.0
Maíz	3	1.1	92.1
Nopal	2	.7	92.8
Perejil	4	1.4	94.2
Porro	4	1.4	95.7
Quelite	2	.7	96.4
Rábano	8	2.9	99.3
Tomate	1	.4	99.6
Zanahoria	1	.4	100.0

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos de septiembre 2011- enero 2012 donde n=160.



Figura 3. Cultivos del municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla. Izquierda: col y derecha: acelga.

La agricultura en la zona es de riego en gran proporción, como se muestra en la Figura 4, mas de 150 de los entrevistados comentaron tener sistema de riego para sus cultivos, el sistema de temporal se ha sustituido ya que los cultivos hortícolas requieren riegos más frecuentes y abundantes que otros. Esto también se relaciona con el hecho de que puedan realizar sus labores de siembra prácticamente todo el año. El municipio esta bordeado del sistema de regadío (Figura 4.1) al cual habitualmente todos los productores entrevistados tienen acceso, sin embargo las cuentas elevadas en electricidad (relacionada con la bomba de agua) es un problema que comentaron varios de los productores.

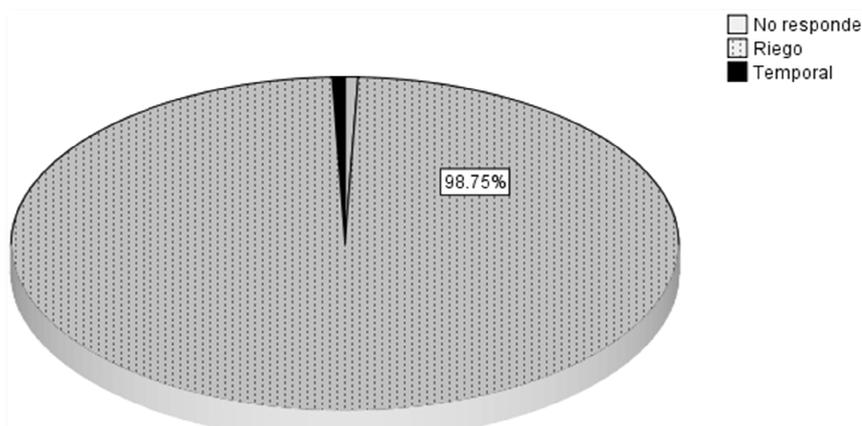


Figura 4. Tipo de agricultura- Riego o Temporal en Los Reyes de Juárez, Puebla Fuente: Elaboración en SPSS, a partir de los datos obtenidos de septiembre 2011- enero 2012 donde n=160.

El destino de la producción también fue un dato importante comentado por los productores agrícolas de este municipio, los resultados se muestran en el Cuadro 3. Algunos de los productores indicaron más de un destino para su producción, la mayor parte mencionaron al mercado de Huixcolotla (municipio vecino y muy cercano a Los Reyes de Juárez) como el lugar donde comercializan sus cultivos. Esta zona comercial se encuentra ubicada aproximadamente a 10 minutos de la capital del municipio de Los Reyes de Juárez. Unas cuantas personas que comentaron vender su producción a cadenas de tiendas de autoservicio (centros comerciales) como son Wal-Mart, Chedraui y Soriana, o bien llevarlas a otros estados de la República Mexicana, esta comercialización al parecer está en aumento ya que en recientes visitas (mes de mayo-julio de 2012) se observa un mayor número de personas elaborando manojos (ya sea de acelga, espinaca, hierbas finas, etc.) atándolos con etiquetas/bandas de estas cadenas de autoservicio.



Figura 4.1. Sistema de regadío del municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla.

Uno de los productores comentó que hace algún tiempo (un año aproximadamente) realizaba exportación de sus productos a otros países, lo cual no había sido mencionado como destino común de la producción por lo cual acudimos a la presidencia municipal de Los Reyes de Juárez, dirigiéndonos a la Dirección de Desarrollo Rural para obtener información con las autoridades correspondientes acerca de un registro que pudiera existir sobre exportaciones en el municipio. Se mencionó que no existe un registro como tal, sin embargo las autoridades encargadas de este sector estiman que de la producción, el 60% se lleva principalmente a Huixcolotla, y un 40% se exporta ya sea a otros estados de la República Mexicana o bien a los Estados Unidos de América, no se tienen más datos sobre los estados de la Unión Americana a

donde es enviada la producción, y se ha observado que los productos más exportados son repollo o col, calabaza, lechuga y cebollín.

Cuadro 3. Destino de los cultivos/producción de los entrevistados en el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla

Destino	Menciones (Frecuencia)	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Mercado de Acatzingo	1	0.6	0.6
Al pie	5	3.1	3.8
Centros comerciales	1	.6	4.4
Consumo	3	1.9	6.3
Edo México, Huixcolotla (central), centro comercial	1	0.6	6.9
Edo México (central), Tepeaca (mercado)	1	0.6	7.5
Edo México (central)	1	0.6	8.1
Huixcolotla (central) y otros estados del país; exportación	3	1.9	10.0
Huixcolotla (central), centros comerciales	5	3.1	13.1
Huixcolotla (central), Tepeaca	4	2.5	15.6
Huixcolotla (central)	116	72.5	88.1
Huixcolotla (central), centros comerciales, al pie	1	0.6	88.8
Intermediario	1	0.6	89.4
No respondió	11	6.9	96.3
Tepeaca (mercado)	6	3.8	100.0

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos de septiembre 2011- enero 2012 donde n=160.

Incidencia y cultivos afectados por *S. exigua*

En el parámetro 1) Identificación del gusano soldado como plaga/insecto nocivo en los cultivos del municipio, el 93% de los entrevistados respondió afirmativamente cuando se les preguntó si reconocían a *S. exigua* como un insecto presente en el municipio (Figura 5.1) y un 85% identificó a dicho insecto como plaga que afecta sus cultivos (Figura 5.2).

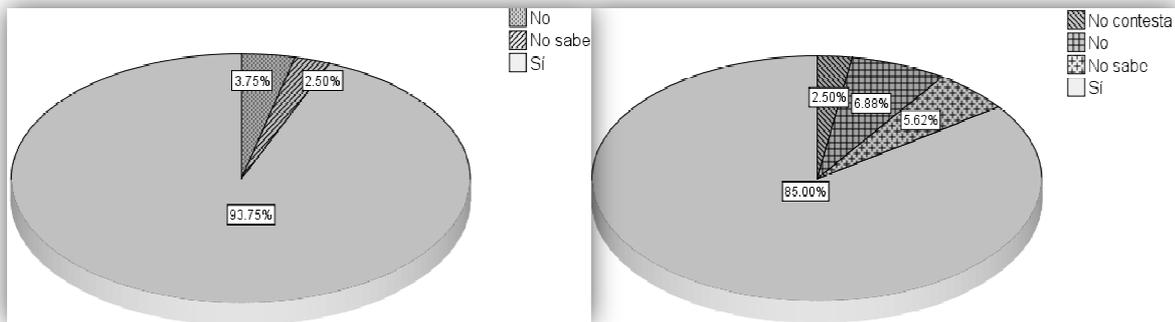


Figura 5.1 (Izquierda) Reconoce a *S. exigua* como plaga presente en el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla. Figura 5.2 (Derecha) *S. exigua* afecta los cultivos. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos de Septiembre 2011 a Enero de 2012, n=160.

En el caso de los cultivos donde es frecuente encontrar al gusano soldado se mencionaron los siguientes: acelga, alfalfa, apio, betabel, brócoli, cebolla, cilantro, col, coliflor espinaca, flor de alhelí, lechuga, rábano, y zanahoria. De estos el mayor número de menciones perteneció al brócoli y col *Brassica oleracea* (Brassicaceae) var. *Itálica* y var. *Capitata* respectivamente. Sin embargo también se encontró un importante consenso para el cultivo de acelga *Beta vulgaris* var. *Cicla* (Amaranthaceae) y espinaca *Spinacia oleraceae* (Amaranthaceae), como se observa en el Cuadro 4.

En la literatura se menciona que debido a los hábitos polípagos de *S. exigua* es relativamente fácil para la larva del insecto encontrar alimento (más aun en esta zona eminentemente hortícola). Capinera (1999), indica que *S. exigua* es una plaga de hortalizas, básicos y ornamentales; entre los cultivos susceptibles encontramos frijol, remolacha, brócoli, col, coliflor, apio, maíz, berenjena, cebolla, chícharo, chile, papa, espinaca, camote, tomate, alfalfa, algodón, cacahuate y soya.

Es evidente que varios de estos cultivos fueron también mencionados por los productores agrícolas del municipio como plantas hospederas de *S. exigua*, según su experiencia, tal como se observa en el Cuadro 1, la col, acelga y brócoli fueron los que tuvieron un consenso mayor o una frecuencia de menciones ligeramente superior al 17%.

Cuadro 4. Cultivos que han visto afectados los campesinos del municipio de los Reyes de Juárez, Puebla por la plaga gusano soldado *S. exigua*.

Cultivo	Frecuencia/menciones	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Acelga <i>Beta vulgaris</i> var. <i>Cicla</i> (Amarantaceae)	44	17.7	17.7
Alfalfa <i>Medicago sativa</i> (Leguminosae)	2	0.8	18.5
Apio <i>Apium graveolens</i> (Apiaceae)	6	2.4	21.0
Brócoli <i>Brassica oleraceae</i> var. <i>Itálica</i> (Brassicaceae)	44	17.7	38.7
Betabel <i>Beta vulgaris</i> var. <i>Conditiva</i> (Amaranthaceae)	15	6	44.8
Cebolla <i>Alium cepa</i> (Amaryllidaceae)	2	0.8	45.6
Coliflor <i>Brassica oleraceae</i> var. <i>Botrytis</i> (Brassicaceae)	15	6	51.6
Cilantro <i>Coriandrum sativum</i> (Apiaceae)	7	2.8	54.4
Col <i>Brassica oleraceae</i> var. <i>Capitata</i> (Brassicaceae)	43	17.3	71.8
Espinaca <i>Spinacia oleraceae</i> (Amaranthaceae)	41	16.5	88.3
Alhelí <i>Cheiranthus cheiri</i> (Brassicaceae)	4	1.6	89.9
Lechuga <i>Lactuca sativa</i> (Asteraceae)	20	8.1	98.0
Rábanos <i>Raphanus sativus</i> (Brassicaceae)	4	1.6	99.6
Zanahoria <i>Daucus carota</i> (Apiaceae)	1	0.4	100.0

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos de septiembre 2011- enero 2012.

Si se agrupan los cultivos mencionados en el Cuadro 5, de acuerdo a su especie correspondiente y Familia botánica se obtienen 11 especies afectadas en la región de Los Reyes correspondientes a seis familias, de las cuales Brassicaceae es la que tiene un mayor número de cultivos afectados (Cuadro 5).

Cuadro 5. Agrupado de los cultivos afectados de acuerdo a su familia botánica.

Familia	Número de especies- Nombres científicos	Número de cultivos
Amaranthaceae	2- <i>Beta vulgaris</i> , 1- <i>Spinacia oleraceae</i>	3
Leguminosae	1- <i>Medicago sativa</i>	1
Apiaceae	1- <i>Apium graveolens</i> ,1- <i>Coriandrum sativum</i> ,1- <i>Daucus carota</i>	3
Brassicaceae	3- <i>Brassica oleraceae</i> , 1- <i>Cheiranthus cheiri</i> ,1- <i>Raphanus sativus</i>	5
Asteraceae	1- <i>Lactuca sativa</i>	1
Amaryllidaceae	1- <i>Allium cepa</i>	1
6 Familias	11 Especies	14

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos de septiembre 2011- enero 2012.

Métodos de control e insecticidas utilizados contra *S. exigua* en los cultivos afectados en el municipio de

En cuanto a los métodos de control que los productores utilizan regularmente al observar la presencia de la plaga en sus cultivos, (explicando cada uno de ellos); 88 personas (55%) comentaron utilizar químicos o “venenos” y combinarlo con técnicas de rotación de cultivos e intercalados (Control cultural), muy pocas personas (3) comentaron además de esto último, controlar la plaga removiendo plantas afectadas, follaje o bien extraer al insecto manualmente (Control mecánico), otra proporción importante (53 personas equivalente al 33.1%) comentaron únicamente utilizar el Control químico (venenos) para el control de *S. exigua* tal como se observa en la Figura 6.

Como dato interesante, cabe mencionar que, de los 150 millones de km² del mundo, área total de la tierra, el 10% está dedicado a la producción agrícola, la cual depende de métodos agrícolas convencionales, es decir que incluyen la aplicación de agroquímicos de síntesis

(Devine *et al.*, 2008).

En la literatura se menciona que actualmente en diferentes zonas de México existe un desconocimiento por parte de los productores y técnicos, sobre los métodos de control de plagas alternativos al químico que no sean dañinos al ambiente. Bahena *et al.*, (2007), señalan por ejemplo a la zona del Bajío donde dicho desconocimiento (que incluye también la forma de comportarse de las poblaciones de insectos benéficos y dañinos), conlleva a que la alternativa tecnológica disponible para el manejo de plagas sea únicamente la aplicación de plaguicidas de síntesis química; estas aplicaciones de amplio espectro eliminan aparentemente la plaga, sin embargo, suprimen también a las poblaciones de entomófagos. Estos últimos organismos así como los parasitoides pueden ser considerados aliados del productor en cierto momento ya que su función de manera natural es controlar las poblaciones de insectos plaga.

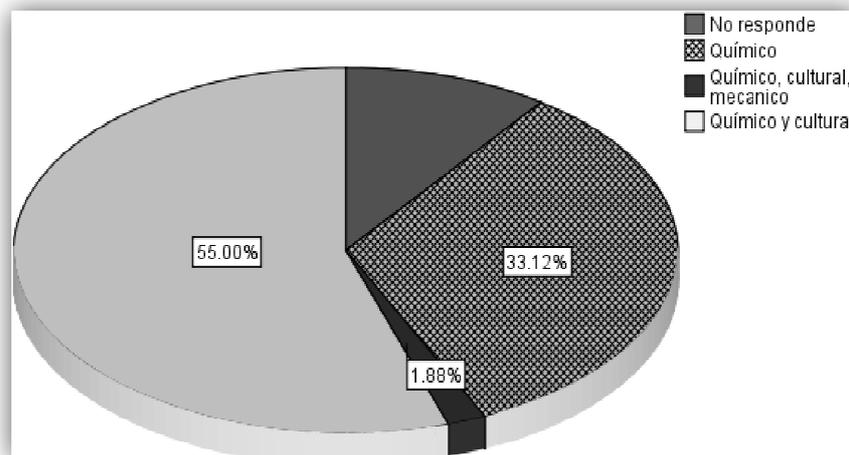


Figura 6. Métodos de control utilizados para el gusano soldado *S. exigua*. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos de septiembre 2011- enero 2012.

Los insecticidas se encuentran entre las herramientas que están más asociadas al daño ambiental (Devine *et al.*, 2008). Bahena *et al.*, (2007), comentan que actualmente y debido a la creciente degradación de los recursos naturales así como afecciones al medio ambiente, como consecuencia de una agricultura intensiva con orientación productivista, se hace necesario un cambio en el sistema de producción agrícola que predomina en este momento, por otro modelo que tenga principios conservacionistas, y que este orientado hacia la sostenibilidad. Por ejemplo, algunas prácticas conservacionistas para reducir el daño por las plagas en el cultivo son el aumento de la superficie agrícola donde se promueva la diversificación de cultivos (Altieri, 1992), el uso de extractos provenientes de plantas por ejemplo el neem (Bahena, 2002) o bien

cuya formulación contenga un entomopatógeno (bacterias, virus que afecten a la plaga) o el uso de semioquímicos (Malo *et al.*, 2004) así como promover la presencia de organismos que lleven a cabo el control biológico (entomófagos y parasitoides) de plagas. Las alternativas antes mencionadas son poco conocidas por los trabajadores agrícolas en especial las que implican control biológico, uso de extractos, semioquímicos y entomopatógeno; es necesario realizar una mayor y mejor difusión de todas y cada una de estas alternativas mostrando sus beneficios a los involucrados en el proceso de producción, de ello dependerá que cambie gradualmente el sistema de producción predominante, que puede calificarse como poco sostenible.

Por otra parte, se preguntó a los trabajadores agrícolas, el nombre (s) del insecticida o veneno más utilizado en el control del insecto en cuestión, la plaga denominada gusano soldado *S. exigua*, las respuestas se muestran en el Cuadro 6, se realizó una clasificación de acuerdo a su origen químico y clasificación toxicológica.

En cuanto al nombre (s) comercial de él (o los) insecticidas utilizados para controlar a *S. exigua* se mencionaron 17 marcas; entre aquellos con mayor consenso se encuentran Foley-rey (Clorpirifos-Permetrina con 49 menciones) y Furadán (Carbofurán con 47 menciones.). De acuerdo con su principio activo los insecticidas con un mayor consenso fueron Clorpirifos, Carbofurán y Cipermetrina.

De acuerdo a su clasificación química los insecticidas más mencionados para el control de la plaga del gusano soldado *S. exigua* pertenecen al grupo químico de los Organofosforado-Piretroide, así como los insecticidas del grupo de los Carbamatos y Piretroides tal como se observa en el Cuadro 6 y 6.1. Existieron pocas menciones de insecticidas de clasificación Natural, como son tracer/Spinosad y proclaim/Benzoato de emamectina obtenidos a partir de los microorganismos *Saccharopolyspora spinosa* y *Streptomyces avermitilis* respectivamente. Este nuevo tipo de insecticidas es poco conocido entre los productores, en su caso se trata de aquellos que como él antes mencionado tienen como principio activo organismos entomopatógenos, los más comunes son virus o bacterias. En el caso del presente trabajo existieron algunas menciones para el uso de estos últimos sin embargo como ya se indicó los que tuvieron un mayor consenso fueron aquellos pertenecientes a los Organofosforados-Piretroides, es decir una mezcla de estos (Figura 7). La identificación sobre manejo químico contra plagas es importante ya que en gran parte de los casos los productos empleados pueden haber sido superados por la gran capacidad de adaptación de insectos como *S. exigua* y únicamente presentar efectos adversos a otras especies

sin controlar el problema de la plaga. Cabe recordar la resistencia reportada en diversos grados que van desde leve a moderado frente a varias clases químicas de insecticidas como los organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides (Ahmad y Arif, 2010; Gore y Adamczyk, 2004) y Spinosad (Wang *et al.*, 2006).

Cuadro 6. Insecticidas utilizados por los productores del municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla en los cultivos afectados por *S. exigua*.

Nombre comercial	Principio activo	Clasificación Química	Clase Toxicológica	Frecuencia Menciones	Porcentaje
Ammate®	Indoxacarb	Oxadiazina	III	9	4.2
Ambush®	Permetrina	Piretroide	III	3	1.4
Arribo®	Cipermetrina	Piretroide	III	26	12.0
Cipermetrina®	Cipermetrina	Piretroide	III	3	1.4
Combat®	Cipermetrina	Piretroide	III	11	5.1
Coragen®	Rynaxypyr	Diamidas-antranílicas	IV	1	.5
Disparo®	Clorpirifos etil y Permetrina	Organofosforado -Piretroide	III	34	15.7
Flash ultra®	Clorpirifos etil	Organofosforado	III	3	1.4
Foley-rey®	Clorpirifos etil y Permetrina	Organofosforado -Piretroide	III	49	22.7
Furadán®	Carbofurán	Carbamato	II	47	21.8
Lucasulfan®	Endosulfán	Organoclorado	II	1	.5
Muralla®	Imidacloprid y Cyclutrin	Cloronicotínico-Piretroide	III	4	1.9
Proclaim®	Benzoato de emamectina	Avermectina (Natural)	II	3	1.4
Rogor®	Dimetoato	Organofosforado	III	1	.5
Tamarón®	Metamidofos	Organofosforado	I	9	4.2
Thiomet®	Endosulfán	Organoclorado	II	1	.5
Tracer®	Spinosad	Lactona macrocíclica (Natural)	III	11	5.1

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos de septiembre 2011- enero 2012.

En cuanto a su clasificación toxicológica la mayor parte de los insecticidas pertenecen al grupo III, considerados de moderadamente tóxicos (Cuadro 6.1), sin embargo muchos de ellos cuentan con antecedentes de afecciones al ambiente, también se encuentran insecticidas del grupo II

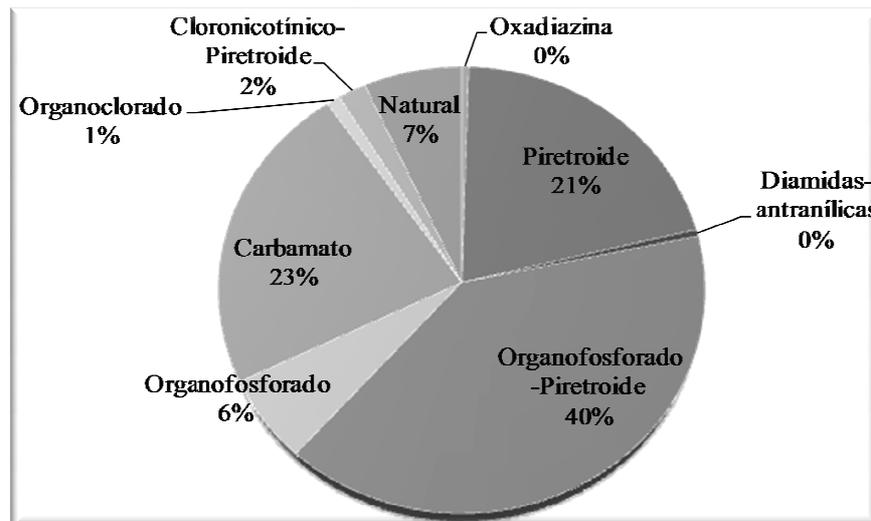
(Carbofurán principalmente) que como ya se mencionó son considerados altamente tóxicos. Es significativo comentar que Puebla se encuentra entre los estados con mayor uso de plaguicidas, los otros son Sinaloa, Veracruz, Jalisco, Nayarit, Colima, Sonora, Baja California, Tamaulipas, Michoacán, Tabasco, Estado de México y Oaxaca, siendo aproximadamente el 80% de los plaguicidas utilizados en México, lo que se aplica en estas zonas (Albert, 2005).

Cuadro 6.1. Insecticidas usados en el control de *S. exigua* de acuerdo a su clasificación toxicológica

Principio (s) activo (s)	Clasificación toxicológica y significado*
Metamidofos	Tipo I Extremadamente tóxicos
Carbofurán, Endosulfán, Benzoato de emamectina	Tipo II Altamente tóxicos
Cipermetrina, Indoxacarb, Permetrina, Clorpirifos-etil, Clorpirifos+permetrina, Imidacloprid+Cyclutrin, Dimetoato, Spinosad	Tipo III Moderadamente tóxicos
Rynaxypyr	Tipo IV Ligeramente tóxicos

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos de septiembre 2011- enero 2012. *De acuerdo a CICOPLAFEST, 1994 y la Norma Oficial Mexicana NOM-045-SSA1-1993, plaguicidas productos para uso agrícola, forestal, pecuario, de jardinería, urbano e industrial.

Figura 7. Porcentaje de uso de los insecticidas empleados en el control del gusano soldado *S. exigua*, de acuerdo a su clasificación química.



Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos de septiembre 2011- enero 2012.

La exposición de los seres humanos a agroquímicos es común con efectos agudos y crónicos de salud, incluyendo la neurotoxicidad, daño pulmonar y una variedad de enfermedades como el cáncer que se han vinculado a la exposición de diferentes pesticidas (Weisenburger, 1993). Una gran proporción de insecticidas son considerados neurotóxicos, ya que por ejemplo, en el caso de los organofosforados y carbamatos, estos inhiben la acción de la acetilcolinesterasa, enzima responsable de descomponer la acetilcolina; mientras que otras familias que incluyen a los piretroides, piretrinas y organoclorados, ejercen su acción tóxica interfiriendo con la función celular nerviosa (Ortega *et al.*, 2005).

Es de suma importancia señalar que existen referencias sobre los posibles daños en la salud humana producto del uso de los productos más frecuentemente mencionados, en el presente trabajo, tal es el caso del Clorpirifos-etil perteneciente al grupo de los organofosforados. Farahat *et al.*, 2011 mencionan que existen evidencias sobre la capacidad del Clorpirifos para generar daños neurotóxicos en personas continuamente expuestas, siendo importante la implementación de prácticas que reduzcan la exposición a dicho compuesto. La ficha técnica del Clorpirifos-etil indica que una exposición intensa o continua (pero no crónica) podría causar incapacidad temporal o posibles lesiones residuales, a menos de que se proporcione un rápido tratamiento médico; además, se menciona que este plaguicida y sus metabolitos se acumulan en las plantas, pudiendo ser detectados en los cultivos 10 a 14 días después de su aplicación (INE-CICOPLAFEST, 2004).

Otro grupo de insecticidas empleados en el control de *S. exigua* son los piretroides. En décadas recientes, se incrementó el uso de estos compuestos, esto debido a que son relativamente menos persistentes en el ambiente que otros grupos de insecticidas, y se considera que las plagas desarrollan menos mecanismos de resistencia, también se añade el hecho de que en seres humanos la toxicidad de algunos de estos compuestos es mínima, sin embargo algunos autores e instituciones advierten sobre su capacidad de generar daños a la salud. En cuanto a la Permetrina, el producto piretroide más utilizado a nivel mundial, la RAP-AL (2009) menciona diversos problemas asociados a su utilización, que van desde alteraciones leves, hasta daño del sistema inmunológico, por exposición continua. En la Unión Europea se prohibió el año 2000 la comercialización y utilización de la Permetrina en todos sus usos, debido a los graves daños que provoca a la salud y al ambiente.

Para el caso de la Cipermetrina, uno más de los compuestos activos presentes en los insecticidas mencionados, se tienen pocos informes de afecciones contra la salud de los trabajadores expuestos; Bonne *et al.*, (2003) mencionan que los eventos de intoxicación por exposición a la Cipermetrina son inusuales, sin embargo cuando se presentan generan afecciones en las vías respiratorias principalmente (sequedad y ardor en la garganta, tos seca, falta de aire, ardor de nariz).

Otro insecticida con un número considerable de menciones fué furadán que contiene Carbofurano, un compuesto perteneciente a los carbamatos, el cual en la literatura a pesar de ser mencionado como tóxico por ingestión en los mamíferos, es considerado por algunos autores como de baja toxicidad por exposición, particularmente por exposición dérmica (Gammon *et al.*, 2012). Sin embargo la EPA destaca el peligro de intoxicación aguda que presenta el Carbofurano a las personas expuestas a su acción, cabe considerar que este plaguicida es uno de los compuestos prohibidos actualmente en el mercado europeo y se encuentra incluido en la lista Consolidada de Productos Prohibidos o Restringidos por Naciones Unidas por considerarse altamente tóxico (RAP-AL, 2008).

Tomando en cuenta toda la información sobre los principales insecticidas ocupados para el control del insecto es evidente que existe un riesgo grave para la salud de los trabajadores agrícolas al exponerse a estos agroquímicos.

Por otra parte, varios estudios que reportan los efectos nocivos en el ambiente, generados por los insecticidas con mayor número de menciones. En el caso del Clorpirifos, uno de los componentes o principios activos presentes en los insecticidas mencionados, Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, (ATSDR, 1997), instituciones estadounidenses, mencionan, que este compuesto se adhiere firmemente a partículas del suelo, siendo altamente persistente, otra característica es que no se disuelve en su totalidad en el agua, de manera que rara vez traspasa a sistemas de aguas locales. Lo menciona como uno de los agrotóxicos que afectan gravemente a las abejas (RAP-AL, 2009), lo cual consta también en la ficha de seguridad de varios productos que contienen este compuesto. Vargas y Ubillo (2001), lo reportan como uno de los insecticidas que afectan altamente a enemigos naturales de las plagas agrícolas, siendo entre tóxico y altamente tóxico para dichos organismos benéficos. La ficha técnica del Clorpirifos-etil, (INE-CICOPLAFEST, 2004), expone a este compuesto como un grave riesgo para la vida silvestre, siendo tóxico para abejas, aves, larvas de artrópodos y

organismos acuáticos. Como dato importante, su toxicidad se incrementa al aumentar la temperatura ambiental y se clasifica como moderadamente persistente ya que es posible encontrar residuos un año después de su aplicación.

En cuanto a la Permetrina, algunos estudios sostienen que puede ser peligrosa para el ambiente y en especial para los peces y las abejas, en particular las melíferas (RAP-AL, 2009), sin embargo, su ficha técnica menciona que este compuesto se degrada con relativa rapidez, por lo que no es tan persistente en el ambiente, y no suele afectar a aves, aunque también señala que es altamente tóxico para artrópodos acuáticos, larvas de anfibios y peces, a pesar de ello no se le considera en este documento como un peligro para la vida silvestre (INE-CICOPLAFEST, 2004).

Para el caso de la Cipermetrina, es considerado uno de los insecticidas más peligrosos para las abejas, también se considera que afecta a organismos benéficos como las arañas (RAP-AL, 2009); la hoja de seguridad de los productos comerciales cuyo principio activo es Cipermetrina, maneja una alta toxicidad para abejas y peces, pero prácticamente nula toxicidad en aves. La ficha de seguridad del INE y CICOPLAFEST (2004), menciona que dicho compuesto no representa un peligro para el ambiente debido a su degradación acelerada, a la baja toxicidad de sus metabolitos y a sus reducidos volúmenes de aplicación genera solo efectos agudos, ya que no hay evidencias de daños acumulativos por la exposición a largo plazo.

El Carbofurano, perteneciente al grupo de los carbamatos, es clasificado como un compuesto sumamente tóxico, ya sea en fichas descriptivas o de seguridad como en la literatura científica se advierte su potencial de intoxicación. Su hoja de seguridad lo califica como extremadamente tóxico para cualquier insecto, incluyendo aquellos benéficos, también es tóxico para aves y organismos como anfibios e invertebrados.

Debido a su acción el Carbofurano ha sido prohibido o restringido en varios países y la EPA en el 2006, propuso cancelar el registro de este plaguicida, basándose en las graves afecciones a aves, y a una grave situación de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, ya que un programa para el monitoreo oficial de aguas situado entre 1991 y 2001 reveló que el Carbofurano fue el carbamato con mayor presencia en los ríos y aguas subterráneas de áreas agrícolas, (RAP-AL, 2008).

Servicio de asesoría para el manejo de *S. exigua*.

En cuanto a la asesoría sobre el uso de insecticidas para el control de *S. exigua* (Figura 8), esta es proporcionada en un 33.1% por los vendedores de las casas comerciales de agroquímicos o bien no reciben asesoría (49%), únicamente el 6%, (es decir 10 personas) mencionaron recibir asesoría de un ingeniero agrónomo; la aplicación en algunos casos es resultado de recomendaciones de familiares o amigos, de acuerdo a la información proporcionada por los mismos productores.

En México, los productores continúan recibiendo poca o nula asesoría profesional, (por parte de un ingeniero agrónomo o técnico) para el manejo de los insecticidas utilizados en el control de plagas, por ejemplo, en el estado de Chiapas Ruiz-Nájera *et al.*, (2011), al investigar cómo realizan los productores la elección del insecticida aplicado en el cultivo de tomate, encontraron que 98% de los agricultores considera la recomendación de sus vecinos y rara vez recurren al técnico de la SAGARPA, asimismo la aspersión la realizan tomando en consideración lo recomendado por el vendedor del insecticida. Este resultado es preocupante ya que la inadecuada asesoría o la falta de ella puede estar generando consecuencias adversas tanto al medioambiente como a la salud de los trabajadores agrícolas; el exceso en la cantidad de producto, las aplicaciones numerosas y la combinación de varios de ellos siendo incompatibles, es una constante en la región de estudio, ya que se observó que suelen realizarse mezclas de todos los agroquímicos (insecticidas, fertilizantes, fungicidas).

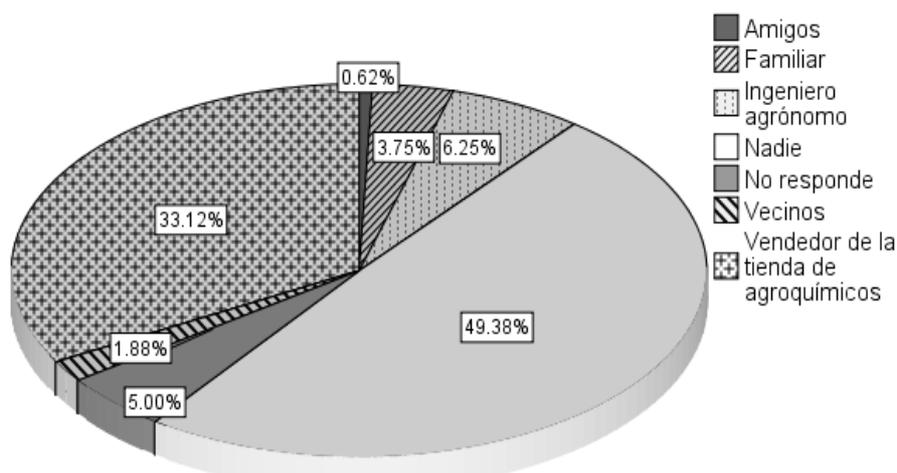


Figura 8. Servicio de asesoría reconocido por los productores para el uso de insecticidas utilizados en el manejo del gusano soldado en el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla.

Elementos de protección utilizados para la aplicación de los insecticidas, personas encargadas de la aplicación de los insecticidas y frecuencia de aplicación.

Sobre los elementos de protección utilizados al aplicar los insecticidas, un 45% de los entrevistados comento no utilizar ninguna protección al fumigar, el elemento señalado como más utilizado fueron las botas, con 15% o bien un cubrebocas, y únicamente una persona dijo usar impermeable junto con otros elementos de protección (Cuadro 7).

Cuadro 7. Elementos de protección utilizados al emplear insecticidas ocupados en el control de *S. exigua* en cultivos afectados.

Elemento	Frecuencia Menciones)	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Guantes solamente	5	3.13	3.1
Guantes y cubrebocas	11	6.88	10
Guantes, cubrebocas y botas	6	3.75	13.7
Guantes, cubrebocas e impermeable	1	0.63	14.3
Cubrebocas únicamente	14	8.75	23.1
Guantes, cubrebocas y lentes	4	2.5	25.6
Guantes, cubrebocas, lentes y botas	1	0.63	26.2
Ninguno	72	45	71.2
Pañuelo	3	1.88	73.1
Botas	24	15	88.1
Botas y guantes	1	0.63	88.7
Botas y cubrebocas	9	5.63	94.3
Botas y pañuelo	1	0.63	95
No respondió	8	5	100

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos de septiembre 2011- enero 2012.

Todos los insecticidas mencionados portan indicaciones de manejo que incluyen los elementos de seguridad o protección necesarios para realizar la aplicación de los mismos, sin embargo es poco frecuente no solo en este municipio sino en general, que los trabajadores agrícolas se encuentren sin ninguna protección e incluso sin calzado; varios de ellos comentaron que es incómodo realizar las actividades de fumigación con impermeable, guantes y/o lentes. Badii-Mohammad y Varela (2008), mencionan que un problema asociado al uso de insecticidas agrícolas, es el hecho de que los aplicadores no poseen equipo de protección, y sugieren una mayor información a los trabajadores agrícolas sobre los riesgos que acarrea el manejo de

sustancias tóxicas. Ruíz-Nájera *et al.*, (2011) en un estudio similar en cultivo del tomate, mencionan que 90% de los productores no utilizan el equipo completo de protección personal, el cual incluye: mascarilla, anteojos, guantes y botas, esto asociado a la incomodidad de utilizar el equipo y también por ignorar los daños que causan los plaguicidas a la salud humana.

En relación a quien realiza la aplicación del o los insecticidas ocupados para controlar al gusano soldado en los cultivos afectados, la mayor parte de los productores (59.4%) indicaron ser ellos únicamente los que realizan la aplicación, sin embargo un 23.8% comentó contratar personas que lo ayuden (peones), estos en ocasiones se encuentran de paso en la comunidad por lo cual se puede inferir un sesgo de esta información, los resultados de esta variable se observan en el Cuadro 8.

Al respecto Lugo-Morín *et al.*, (2010), señalan que la actividad hortícola de la zona del Valle de Tepeaca descansa en la familia, así como la contratación de fuerza de trabajo, tal como se observa en los resultados obtenidos.

Cuadro 8. Personas encargadas de la aplicación de los insecticidas en los cultivos afectados por *S. exigua* en el municipio de Los reyes de Juárez, Puebla.

Realiza la aplicación del (los) insecticida (s).	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
El productor únicamente	95	59.4	59.4
El productor y familia cercana (hijos, esposa)	2	1.3	60.6
El productor y familiares	6	3.8	64.4
El productor y personas contratadas	5	3.1	67.5
Otros familiares	7	4.4	71.9
Personas contratadas únicamente	38	23.8	95.6
No respondió	7	4.4	100

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos de septiembre 2011- enero 2012.

También se investigó la frecuencia de aplicación del producto empleado en el control del insecto. En este caso muchos de los entrevistados comentaron realizaban aplicaciones cada vez que observaban al insecto, entonces la pregunta realizada en la entrevista se refería a si aplicaban insecticidas cada vez que observan a larvas/gusanos de *S. exigua* dentro de los cultivos; la

mayor parte respondió afirmativamente, esto se muestra en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Aplicación del insecticida en cultivo en los cultivos afectados por *S. exigua* en el municipio de Los reyes de Juárez, Puebla.

Cada vez que observa el insecto (gusano soldado <i>S. exigua</i> aplica el insecticida	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
No	12	7.50	7.50
No sabe	1	0.63	8.13
No responde	18	11.25	19.38
Sí	129	80.63	100.00
Total	160	100.00	

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos de septiembre 2011- enero 2012.

Costo adicional referente al control químico

En cuanto a la variable de posible costo adicional a la producción, resultado del manejo de la plaga de *S. exigua*, una proporción considerable de productores manifestó que si representaba un gasto adicional, tal como se observa en la Figura 9, esto es evidente ante el hecho de que en cada momento que se observa la larva en los cultivos se realiza la aplicación de los “venenos”.

Otra variable fue el gasto promedio que hace por parcela en la aplicación de insecticidas, en este caso las respuestas tuvieron considerable variación, sin embargo de acuerdo a los datos descriptivos, la media fue de \$568. 51 y una moda de \$500.00, tal como se observa en el Cuadro 10.

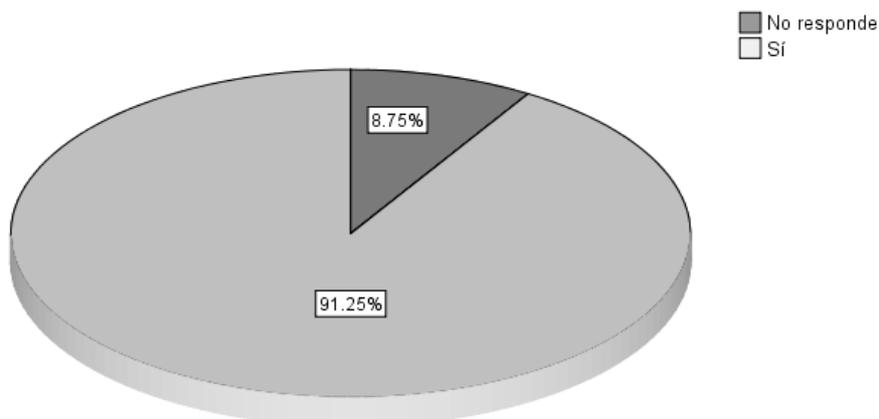


Figura 9. Le representa costos adicionales el control del insecto *S. exigua*; evaluado en el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla. Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos de septiembre 2011- enero 2012.

Cuadro 10. Gasto en insecticidas por parcela y aplicación en cultivos afectados por *S. exigua* en el municipio de Los reyes de Juárez, Puebla.

Descriptivo	Costo (m.n)
Media	\$568.5145
Mediana	\$500.0000
Moda	\$500.00

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos de septiembre 2011- enero 2012. (SPSS).

Intoxicaciones como resultado de emplear los insecticidas manejados para el control de *S. exigua*.

En el caso de intoxicaciones debidas al uso de los plaguicidas antes mencionados en los cultivos afectados por *S. exigua*, el número de intoxicaciones alcanzó un porcentaje del 18.8%, mientras que un 67% comentó no haberse intoxicado con estos insecticidas (Cuadro 11).

Se conoce del aumento de intoxicaciones por plaguicidas desde hace varios años tanto en México como a nivel mundial. A finales de los años 90, en México se notificaron 4853 casos de intoxicación aguda por plaguicidas (Secretaria de Salud, 1998). En años más recientes, la Organización Mundial de la Salud, y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, mencionan que cada año se llegan a registrar entre uno y cinco millones de casos de intoxicación por plaguicidas en países en desarrollo, con miles de muertes, incluyendo niños (FAO, 2004).

Cuadro 11. Información sobre la intoxicación debida al uso de productos insecticidas de para el control de *S. exigua* en el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla.

Se ha intoxicado al aplicar los insecticidas usados contra el gusano soldado <i>S. exigua</i>	Frecuencia (Menciones)	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Sí	30	18.8	18.8
No	108	67.5	86.3
No sabe	16	10.0	96.3
No responde	6	3.8	100

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos de Septiembre 2011 a Enero de 2012.

Una reporte similar en cuanto a la ubicación de intoxicaciones es el realizado por Martínez-Valenzuela y Gómez-Arroyo (2007) quienes comentan que el 80% de los casos de intoxicación por plaguicidas ocurre en países en vías de desarrollo; resaltando que en México se emplean aproximadamente 260 marcas de las cuales 24 están prohibidas y 13 restringidas, siendo las principales causas de intoxicación las deficientes medidas de control y previsión. Los efectos por exposición a plaguicidas pueden ser agudos (es decir manifestarse tempranamente con vómitos, cefaleas, convulsiones) y están asociados a exposiciones altas de agroquímicos, y también se han asociado a problemas de cáncer o bien los síntomas aparecen después de un largo periodo de exposición, lo cual dificulta su detección ya que su biotransformación es lenta y provoca efectos acumulados en las personas que se expusieron a dichas sustancias (Pota *et al.*, 2003).

Ruiz-Nájera *et al.*, (2011), comentan la importancia de la capacitación técnica de los productores, y de los técnicos agrícolas para que estos adopten prácticas agrícolas con un menor impacto negativo en la salud humana y del ambiente, así como del establecimiento de una coordinación de las actividades agrícolas, que involucre al gobierno y al sector social. Dichos comentarios aplican indiscutiblemente para el presente trabajo, ya que es imperioso un manejo diferente de los plaguicidas que implique mayor conciencia y responsabilidad de cada uno de los actores que participan de un modo u otro, en el proceso de producción agrícola.

Al acudir al centro de Salud Público de la comunidad y solicitar datos de registro sobre personas intoxicadas en el presente año o años anteriores, no hubo información disponible, los encargados del centro de salud comentaron no haber reconocido casos de envenenamientos graves por plaguicidas de dos años anteriores a la fecha, de hecho no existe un registro sobre este tipo de casos, únicamente se registran intoxicaciones generales sin especificación de la fuente probable.

En el presente trabajo se encontró una proporción inferior al 20% de personas que habrían sufrido algún grado de intoxicación, sin embargo cerca de la mitad de los entrevistados comentaron no utilizar equipo de protección al aplicar los insecticidas, y tomando en cuenta que los agricultores realizan algunas prácticas preventivas como evitar fumigar cuando el día esta ventoso, cambiarse de ropa y ducharse al termino de la fumigación y cuando presentan algún tipo de mareo o dolor de cabeza, ingieren leche; los registros no existentes en el centro de salud del municipio se deben a varios factores que fueron comentados por las autoridades encargadas,

en primer lugar el horario de trabajo reducido de dicho centro de salud y como comenta la directora de este lugar “las personas aquí tienen sus remedios” por lo que pocas veces suelen acudir a recibir atención médica en este lugar o bien se atienden de manera particular ya sea en este u otro municipio. Cabe recordar el hecho de que se suele contratar personal “de paso” para realizar las fumigaciones, y estas personas no fueron entrevistadas.

A pesar de que se reconoce que en México los plaguicidas causan un fuerte impacto en el ambiente y en la salud pública (Bejarano, 1999), existen muy pocos registros de intoxicación provocada por estos químicos en los productores (Durán y Collí, 2000), tal como ocurre en el presente trabajo; esto último se relaciona según Haro *et al.*, (2002), a las condiciones laborales y culturales de los trabajadores agrícolas, que suelen minimizar los riesgos a la salud.

Actualmente el combate convencional del gusano soldado, *S. exigua* en el municipio de Los Reyes de Juárez afecta a los productores de la región, por una parte la adquisición de los agroquímicos necesarios para el control de la plaga representa una inversión adicional, lo que repercute en un mayor costo de producción y en sus ingresos. Después de haber realizado la aplicación del insecticida (debido a la gran resistencia que ha adquirido el insecto ante diversos grupos de insecticidas), es posible observar todavía insectos dentro de los cultivos, esta persistencia en sus parcelas, genera que los productores apliquen nuevamente insecticida, lo cual afecta nuevamente económicamente al productor ya que invierte más recursos de los que inicialmente tenía planeado, también se expone a un mayor riesgo de intoxicación e igualmente con estas práctica se continúa promoviendo una mayor resistencia ante los insecticidas convencionales, así como, la eliminación de posibles enemigos naturales.

Conclusiones

En cuanto al marco de referencia: se entrevistó a productores del municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla, la mayor parte de ellos del sexo masculino, cuya edad promedio es de 40 años y con una escolaridad en general del nivel básico (Primaria). En el municipio se cuenta con un extenso sistema de regadío por lo cual no se comento el temporal como importante para la producción, la cual se basa en hortalizas básicamente y en algunos casos hierbas aromáticas o plantas ornamentales. Dicha producción se comercializa primordialmente en la central de Huixcolotla.

Los cultivos que más se ven más afectados por *S. exigua* en el municipio de los Reyes de Juárez, Puebla son *Brassica oleraceae* var. Itálica (brócoli), *Beta vulgaris* var. Cicla (acelga), *Brassica oleraceae* var. Capitata (col) y *Spinaceae oleraceae* (espinaca).

Aproximadamente una tercera parte de los entrevistados utiliza únicamente como método de control de la plaga *S. exigua*, insecticidas de origen químico.

Los insecticidas más empleados en el control del gusano soldado son aquellos que contienen Clorpirifos y Permetrina (Organofosforado-Piretroide), así como Carbofurán (Carbamato), como principio activo.

La asesoría técnica/ profesional y protección para el manejo de insecticidas utilizados en el control de *S. exigua*, es mínima o nula.

La aplicación de los insecticidas (o *venenos* como suelen llamarse coloquialmente entre los productores) suele realizarse cada vez que se observa la presencia del insecto dentro de los cultivos, esto para un alto porcentaje de los entrevistados.

La mayor parte de los productores considera un costo adicional el manejo de la plaga de *S. exigua*; resultando una moda de \$500.00 por el costo de cada fumigación, por parcela.

La fumigación suele ser realizada por el propio productor en un 59% o bien por personas contratadas para dicha actividad en un 23.8%.

El 18.7% de los productores ha sufrido alguna intoxicación como consecuencia de su exposición a los insecticidas utilizados en el manejo del gusano soldado *S. exigua*.

Los antecedentes que poseen los insecticidas más utilizados por los productores en el control de *S. exigua*, confirman que la exposición a estos agroquímicos constituye un riesgo para su salud.

Literatura citada

Ahmad, M., y Arif, M.I. (2010). Resistance of beet armyworm *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) to Endosulfán, organophosphorus and pyrethroid insecticides in Pakistan. *Crop Protection*. (29): 1428-1433.

Albert, A.L. (2005). Panorama de los plaguicidas en México. Séptimo Congreso de actualización en Toxicología Clínica. Nayarit, Septiembre 2005. Pág. 5.

Altieri, M.A. (1992). Biodiversidad agroecología y manejo de plagas. CETAL. Chile. 162

páginas.

- Aragón, A., y López-Olguín, J.F. (2001). Descripción y control de las plagas del amaranto. Publicación especial de la Benemérita Universidad autónoma de Puebla. México. Págs. 7 - 8.
- ATSDR (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades). (1997). Reseña Toxicológica del Clorpirifos. Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de los EE.UU., Servicio de Salud Pública. Disponible en: http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts84.pdf. Consultada en Diciembre de 2012.
- Badii-Mohammad, H., y Varela, S. (2008). Insecticidas organofosforados: efectos sobre la salud y el ambiente. *Cultura Científica y Tecnológica/Toxicología de insecticidas*. Año 5, número 28. Pág. 15.
- Bahena J.F. (2002). El Nim (*Azadirachta indica*) (Meliaceae), insecticida vegetal para una agricultura sostenible en México. En: Métodos para la generación de tecnología agrícola de punta. Aragón G.A., López-Olguín, J.F., y Tornero C. M (Eds.). Publicación Especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. Págs. 105 – 123.
- Bahena J.F., Fregoso, T.L.E., y Sánchez, M.R. (2007). El papel de la labranza de conservación y el Manejo Agroecológico de Plagas en la agricultura conservacionista. En: Avances en Agroecología y Ambiente. Vol. 1. López-Olguín J. F., Aragón G, A., y Tapia, A. (Eds.). Publicación Especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. Págs. 251 – 276.
- Bejarano, G. F. (1999). Derechos humanos ambientales y plaguicidas químicos. En: Foro Nacional de Derechos Humanos y Medio Ambiente. D. F., México. *Comisión de Derechos Humanos de la VII Legislatura y del Senado, México*. 6 y 7 de Julio.
- Bonne H.R., Pérez, I.L., Rojas, V.E., y Marín, S.D. (2003). Intoxicación inhalatoria con Cipermetrina. MEDISAN. Vol. 7(3). Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/san/vol7_3_03/san11303.htm. Consultada en Enero de 2013.
- Capinera, J.L. (1999). Beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). Institute of food and Agricultural Sciences, University of Florida. Págs. 1-3.
- Devine, J. G., Eza, D., Ogusoku, E., y Furlong, M.J. (2008). Uso de Insecticidas: Contexto y consecuencias ecológicas. *Rev. Perú Med. Exp., Salud Pública*. 25 (1): 74-100.
- Durán, J. J. y Colli, Q. J. (2000). Intoxicación aguda por plaguicidas. *Salud Pública de México*

42, 53-55.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2004). Los niños corren mayores riesgos por intoxicaciones debidas a plaguicidas. Disponible en: <http://www.fao.org/newsroom/es/news/2004/51018/index.html>. Consultada en Enero de 2012.
- Farahat, M.F., Ellison, C.A., Bonner, M.R., McGarrigle, B. P., Crane, A. L., Fenske, R. A., Lasarev, M.R., Rohlman, D.S., Anger, W.K., Lein, P.J., y Olson, J.R. (2011). Biomarkers of Chlorpyrifos Exposure and Effect in Egyptian Cotton Field Workers. *Environmental Health Perspectives*. 119 (6). Págs. 801 y 806.
- Gammon, W.D., Liu, Z., y Becker, J.M. (2012). Carbofuran occupational dermal toxicity, exposure and risk assessment. *Pest Manag Sci*. 68(3):362-670
- Garza U.E. y Terán V, A.P. (2007). El gusano soldado *Spodoptera exigua* y su manejo en la Planicie Huasteca. Campo experimental Sur de Tamaulipas. Sitio experimental Ébano. INIFAP-CIRNE. San Luis Potosí, México. Folleto técnico número 15. 18 p.
- Gore, J. y Adamczyk, J.J. (2004). Laboratory selection for beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) resistance to methoxyfenozide. *Florida entomologist*. 87 (4): 450-453.
- Greenberg, S.M., Showler, A.T., y Liu, T.X. (2005). Effects of neem-based insecticides on beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Insect Science*. 12: 17-23.
- Haro, G.L., Chaín, C.T., Barrón, A.R. y Bohorquéz, L.A. (2002). Efectos de los plaguicidas: perfil epidemiológico-ocupacional de trabajadores expuestos. *Revista Médica IMSS*. Vol. 40, 19-24.
- INAFED (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). (2009). Enciclopedia de los Municipios de México, Puebla-Los reyes de Juárez. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/templates/enciclo/puebla/Mpios/21118a.html>. Consultada en Octubre de 2011.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2005). México en cifras: Puebla >Los Reyes de Juárez. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/movil/MexicoCifras/mexicoCifras.aspx?em=21118&i=e&tema=est>. Consultada en Agosto de 2011.
- INE (Instituto Nacional de Ecología)- CICOPALFEST (Comisión intersecretarial para el Control del proceso y uso de Plaguicidas, fertilizantes y Sustancias toxicas). (2004). Sistema de consultas de Plaguicidas. Fichas técnicas de los Insecticidas incluidos en el catálogo

- CICOPLAFEST. Disponible en: <http://www2.ine.gob.mx/sistemas/plaguicidas/busquedas.html> Consultadas en Diciembre de 2012.
- INE - CICOPLAFEST. (2004). Sistema de consultas de plaguicidas. Fichas técnicas de los Insecticidas incluidos en el catálogo CICOPLAFEST. Ficha del Clorpirifos-etil. Disponible en: http://www2.ine.gob.mx/sistemas/plaguicidas/pdf/clorpirifos_etil.pdf. Consultada en Diciembre de 2012.
- INE - CICOPLAFEST. (2004). Sistema de consultas de plaguicidas. Fichas técnicas de los Insecticidas incluidos en el catálogo CICOPLAFEST. Ficha de la Permetrina. Disponible en: <http://www2.ine.gob.mx/sistemas/plaguicidas/pdf/permetrina.pdf>. Consultadas en Diciembre de 2012.
- INE - CICOPLAFEST. (2004). Sistema de consultas de plaguicidas. Fichas técnicas de los Insecticidas incluidos en el catálogo CICOPLAFEST. Ficha de la Cipermetrina. Disponible en: <http://www2.ine.gob.mx/sistemas/plaguicidas/pdf/cipermetrina.pdf>. Consultadas en Diciembre de 2012.
- INE - CICOPLAFEST. (2004). Sistema de consultas de plaguicidas. Fichas técnicas de los Insecticidas incluidos en el catálogo CICOPLAFEST. Ficha del Carbofurán. Disponible en: <http://www2.ine.gob.mx/sistemas/plaguicidas/pdf/carbofuran.pdf>. Consultada en Diciembre de 2012.
- INEGI. (2007). Censos agropecuarios: Censo Agrícola, Ganadero y Forestal. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/TabuladosBasicos/Default.aspx?c=17177&s=est>. Consultada en Enero de 2011.
- Lugo-Morín, D.R., Ramírez-Juárez, J., Méndez-Espinoza, J.A., y Peña-Olvera, B. (2010). Redes sociales asimétricas en el sistema hortícola del valle de Tepeaca, México. El Colegio Mexiquense, A.C. Economía, Sociedad y Territorio. Economía, Sociedad y Territorio. Vol. X, Núm. 32, enero-abril, 2010, Pág. 213.
- Malo, E.A., Bahena, F., Miranda, M.A y Valle-Mora, J. (2004). Factors affecting the trapping of males of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) with pheromones in México. *Florida Entomologist*. 87 (3): 288-293.
- Martínez-Valenzuela, C y Gómez-Arroyo, S. (2007). Riesgo genotóxico por exposición a plaguicidas en trabajadores agrícolas. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*.

Vol. 23 núm. 4. Págs. 187-188.

- Ortega G.J.A., Ferrís, J., Tortajada, A., Canovas, C., Valiente, A., Crehuá, E., García, J., y Carmona, M. (2005). Revisión: Neurotóxicos medioambientales (I). Pesticidas: efectos adversos en el sistema nervioso fetal y posnatal. *Acta Pediátrica Española*. 63: 140-149.
- Palacios, N.M.E. (2003). Aplicación de un instrumento para evaluar exposición a plaguicidas organofosforados, efectos agudos y subagudos en la salud de trabajadores agrícolas. *Rev. Fac. Med. UNAM*. Vol. 46. Pág. 22.
- Pérez, P.F., Montes de Oca, M., Estévez, J.R. y Carnero, A. (2003). Una plaga potencial en los cultivos hortícolas de Canarias: *Spodoptera exigua* (Lepidoptera, Noctuidae). *Revista Granja* 10. Págs.18-20.
- Potti, A., Panwalkar, A., y Langness, E. (2003). Prevalence of pesticides exposure in Young males with adenocarcinoma of the prostate. *Journal of Carcinogenesis*. Vol. 2. Págs 4-5.
- Ramírez, J. (2009). Recomposición agrícola del campesinado en el Valle de Tepeaca. En: Guillermo Ferro y Fabio Lozano (Eds.); *La configuración de los territorios rurales en el siglo XXI*, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. Pág. 263.
- RAP-AL (Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas de América Latina). (2008). Ficha técnica: Carbofurano. Disponible en: http://www.rap-al.org/articulos_files/Carbofurano_Enlace_83.pdf. Consultada en Enero de 2013.
- RAP-AL. (2009). Ficha técnica: Permetrina. Disponible en: http://www.rap-al.org/articulos_files/Permetrina_Enlace_86.pdf. Consultada en: Enero de 2013.
- Ruíz-Nájera, R. E., Ruíz-Nájera, J. A., Guzmán-González, S., y Pérez-Luna, E.J. (2011). Manejo y Control de plagas del cultivo del tomate en Cintalapa, Chiapas, México. Universidad Nacional Autónoma de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. Vol. 27, núm. 2. Págs. 129-137.
- SAGARPA. (2002). Norma oficial mexicana NOM-081-FITO-2001, Manejo y eliminación de focos de infestación de plagas, mediante el establecimiento o reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos. En: *Diario Oficial de la Federación*, 18 de Septiembre de 2002. Págs. 47 y 50.
- Secretaría de Salud. (1998). Boletín del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Vol. 15: 1-17.
- Vargas R.M., y Ubillo, F.A. (2001). Toxicidad de pesticidas sobre enemigos naturales de plagas

agrícolas. *Agric. Téc.*, Chillán, vol. 61, no. 1, Enero. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S036528072001000100004&lng=es&nrm=iso Consultada en Enero 2013.

SPSS. (2006). *Statistical Package for Social Sciences*. Chicago, Illinois. Version 15.0.1.

Wang, W., Jianchu, M., Cheng, J., Zhuang, P., y Zhenhua, T. (2006). Selection and characterization of Spinosad resistance in *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 84: 180–187.

Weisenburger, D. D. (1993). Human health effects of agrichemical use. *Human Pathology*. Vol. 24: 571-576.

Zheng X.L., Wang, P., Cong, X.P., y Lei, C.L. (2011). Pupation behavior, depth, and site o *Spodoptera exigua*. *Bulletin of insectology*. 64 (2): 209-214.

CAPÍTULO 3.

INFORMACIÓN ETNOBOTÁNICA

Exploración de especies vegetales consideradas medicinales, con posible potencial repelente o insecticida en el municipio de los Reyes de Juárez, Puebla.

Resumen

Se obtuvo información sobre especies vegetales consideradas como medicinales o bien tóxicas en el municipio de los Reyes de Juárez, Puebla, las cuales existiera un potencial efecto repelente o insecticida. Dicha información se consiguió aplicando entrevistas entre productores hortícolas del municipio, quienes comentaron el nombre común de la planta, uso y su identificación en campo. Del total de los productores entrevistados más del 80% comentó conocer especies útiles, la mayor parte de las cuales son consideradas medicinales y en algunos casos tóxicas. En total se obtuvieron 34 especies que corresponden a 18 Familias botánicas; la familia con más especies mencionadas fue la Asteraceae. Algunas de las plantas tuvieron mención de doble utilidad (comestibles). Dentro de este grupo de especies vegetales se realizó una selección de aquellas que tuviesen antecedentes de uso, o bien de evaluación insecticida o repelente en especies plaga y se eligieron: *Marrubium vulgare*, *Mentha rotundifolia*, *Montanoa tomentosa*, *Schinus molle*, *Teloxys graveolens* y *Ricinus communis*; de estas especies se realizó una breve revisión de literatura que se muestra en la sección de Resultados y Discusión. Para cada una de las especies vegetales mencionadas se presentan los siguientes apartados: características botánicas, distribución geográfica y usos comunes; composición química y uso o efectos en plagas.

Introducción

En Mesoamérica el aprovechamiento de los recursos botánicos es un aspecto a destacar, ya que es un hecho que los pueblos prehispánicos tenían conocimientos muy amplios sobre la utilidad de las especies vegetales, parte de este conocimiento es posible encontrarlo en el *Códice de la Cruz Badiano*, el cual es quizás una de las fuentes más antiguas relacionadas con la herbolaria medicinal indígena en México (Instituto Nacional de Salud Pública, 1990). El sistema de manejo y/o utilización de los recursos de origen vegetal no se ha limitado en el tiempo, es

algo que ha permanecido, no solo por el hecho del consumo y producción vegetal como alimento vestido, vivienda o condimento, sino por el hecho de continuar utilizando los recursos botánicos como elementos ornamentales, medicinas o bien una forma de “elevar la conciencia” (a través alucinógenos).

Toledo (1991), menciona que dentro del conocimiento biológico del campesino, sin duda alguna el de tipo botánico es el más extenso y el que discrimina más entidades en la naturaleza.

También es indudable que el uso (entre la población) de estos recursos como medicamento o remedio ha venido decayendo debido a diversos factores asociados a la modernidad y al concepto de desarrollo occidental, la popularidad de la medicina alópata, entre otras causas. Existe una pérdida del conocimiento tradicional ya que en los sectores más modernos ya no se transmite la información de una generación a otra. La OMS dentro de este marco, promovió en el año 2000 el estudio de las plantas como fuente de medicamentos (Programa salud para todos).

En diversas culturas se combina la medicina tradicional y de patente, generando nuevas opciones de tratamiento alternativas, de tal manera que el conocimiento tradicional continúa siendo valorado y no se extingue, lo que en nuestro país (a pesar de la gran riqueza etnobotánica) se considera para ciertos sectores, de poca utilidad o bien obsoleto. En las comunidades rurales las prácticas y conocimiento botánico continúa y puede combinarse sin competencia entre ambos tratamientos (Giovannini *et al.*, 2011).

Las especies consideradas medicinales entre la población en muchos casos tienden a ser útiles en otros ámbitos, por ejemplo el manejo de plagas; por ello se considera la información etnobotánica uno de los indicadores o instrumentos que pueden ser utilizados para identificar especies de plantas que puedan ser evaluadas y posteriormente utilizadas en el control de plagas. El uso de plantas contra plagas es ancestral y permanece en aun en pequeñas regiones del mundo, aunque esta información se encuentra en peligro de pérdida, debido al gran auge de los agroquímicos, quedando en la memoria de la población solo el uso primario o de importancia inmediata, el medicinal.

En México el uso de ajo *Allium sativum*, anona *Annona sp.* nim *A. indica*, chile *Capsicum sp.*, epazote *Chenopodium ambrosioides*, hierba de la cucaracha *Haplophyton cimidum*, paraíso *Melia azedarach*, higuera *Ricinus communis*, sabadilla *Schoenocaulon officinale* y tabaco *Nicotiana sp.*, estas prácticas han persistido a través del tiempo, en la agricultura de subsistencia

(Rodríguez, 2001; Rodríguez, 2005).

El presente trabajo tuvo como objetivo obtener información sobre la flora útil en el municipio hortícola de Los Reyes de Juárez, Puebla y a partir de esta información considerar algunas de estas especies de acuerdo a sus antecedentes, características y abundancia para evaluarlas en extractos en laboratorio como antialimentarias frente a larvas del gusano soldado *S. exigua* (esta última evaluación y sus resultados se presenta en el Capítulo 4).

Palabras Clave: plantas medicinales, insecticidas botánicos, etnobotánica.

Zona de estudio

El municipio de Los reyes de Juárez; se ubica geográficamente a 18° 57' de latitud norte y 97° 48' de longitud oeste, y una altitud de 2100 msnm (INEGI, 2010); colinda al norte con Tepeaca, al sur con Cuapiaxtla de Madero, al este con San Salvador Huixcolotla y Acatzingo y al oeste con Tepeaca. Cuenta con una superficie de 30.55 km² de los cuales la superficie urbana abarca 4.70 km².

Se localiza en el Valle de Tepeaca, planicie que se extiende al centro de la meseta poblana y que se caracteriza por su suelo eminentemente calizo y por sus yacimientos de mármol (INAFED, 2009).

En esta área originalmente se asentaban hablantes del náhuatl, aunque al parecer actualmente su número es reducido; el INEGI reporta que de 1300 productores únicamente 16 hablan esta lengua indígena. La principal actividad económica es la agricultura, y los cultivos representativos actualmente en este municipio son las hortalizas en general.

Metodología

Previo al inicio de la investigación se contactó a las autoridades del municipio, adquiriendo el permiso correspondiente, posteriormente se aplicó un instrumento de obtención de información, dicha actividad se llevó a cabo entre productores de la zona de estudio visitándolos en sus zonas de trabajo. La información se obtuvo entre los meses de Agosto de 2011 y Enero de 2012.

Se evaluó el conocimiento de especies vegetales consideradas útiles que crecieran en la zona, así como su nombre común y uso (flora útil). Una vez identificadas cada una de las plantas señaladas por alguno de los entrevistados, se recolectó en la zona un ejemplar, procurando obtener estructuras completas (tallo, hoja, flor y fruto si existiera) para cada una de ellas; estos se colocaron en una prensa botánica la cual fue transportada a la escuela de Biología-BUAP para realizar su posterior identificación.

La identificación de varias de las especies se llevó a cabo con el apoyo de la M. en C. A. Rosa Andrés Hernández especialista en botánica y catedrática de la Benemérita Autónoma de Puebla, haciendo uso de las claves de Rzedowski y Rzedowski (2005).

Una vez obtenida la información se registraron los datos en una base de datos de EXCEL (Office 2007) para Windows® y posteriormente fueron ingresados al programa estadístico SPSS® (programa estadístico para las ciencias sociales) con la finalidad de obtener los estadísticos correspondientes, básicamente se trató la información de esta parte de la investigación de manera descriptiva.

Resultados y discusión

Como referencia cabe destacar que los entrevistados fueron productores agrícolas del municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla. La edad media de los entrevistados fue de 40 años y la moda de 30 años. La escolaridad de los mismos en su mayoría correspondió al nivel básico primaria ya sea completa o trunca. Las entrevistas fueron directamente en las zonas de trabajo, siendo la mayor proporción del sexo masculino, en total se entrevistaron a 117 hombres (73.1%) y 43 mujeres (26.9%).

Sobre la existencia de plantas útiles presentes en el municipio de Los Reyes de Juárez, de 160 personas entrevistadas 131 personas respondieron afirmativamente, es decir se obtuvo que más de un 80% de los productores aseveraron conocer alguna planta con características medicinales, comestibles o incluso venenosas; dicha información se muestra en el Cuadro 1. En cuanto a los nombres comunes y uso de dichas plantas los entrevistados nos proporcionaron valiosa información etnobotánica, la cual se muestra en el Cuadro 3, allí se resume el uso mencionado ya sea medicinal, comestible o considerada venenosa. Las especies mencionadas se

clasificaron según su familia tal como se observa en el cuadro 2; se encontraron 18 Familias y 34 especies, la mayor representación corresponde a la Familia Compositae Asteraceae (o Compositae) con 9 especies mencionadas, esto no es extraño ya que esta familia es sumamente amplia.

La Familia Asteraceae llamada también Compositae tiene una amplia distribución cosmopolita. Stevens (2007), comenta que las asteráceas abarcan aproximadamente 22,750 taxones y 1,620 géneros. Las Asteráceas existen en todos los continentes exceptuando Antártida y ciertas zonas de Groenlandia, e incluyen una gran cantidad de especies entre ellas medicinales, agrícolas e industriales; hoy unos 40 géneros se consideran relevantes en diversas áreas, siendo sumamente importantes en terapéutica ya que los metabolitos secundarios producidos por esta familia, han sido ampliamente estudiados y utilizados por el ser humano (Vitto y Petenatti, 2009). Bruneton (2002), menciona que numerosas especies pertenecientes a la familia Asteraceae gozan de reputación medicinal y pueden entrar sin evaluación clínica en la formulación de fitomedicamentos, siendo ampliamente utilizadas por los sistemas tradicionales de medicina.

Otras familias botánicas importantes son Lamiaceae y Solanaceae cada una con cuatro especies mencionadas en el presente estudio.

En cuanto a la Familia Lamiaceae, denominada Labiatae, e incluye 223 géneros y 5,600 especies (Ceja-Romero *et al.*, 2005). Bruneton (2001), señala que las lamiáceas son cosmopolitas aunque ciertos géneros son de distribución restringida; su carácter aromático origina su importancia económica y muchas especies gozan de una sólida reputación medicinal, entre ellas la salvia, melisa y el romero.

Para el caso de solanáceas según la literatura, su número es más reducido, contando con 90 géneros y 3500 especies (D'Arcy, 1986), sin embargo se sabe que esta familia tuvo su centro de origen en la zona de Sudamérica.

Moerman (1996), menciona que el mejor predictor de especies medicinales puede ser el tamaño de dicha familia, de esta forma las familias mejor representadas en la región tendrán un número mayor de especies representadas. Sin embargo Hernández *et al.*, (2005), comentan que a través de este modelo no es posible identificar las especies más importantes, es decir las de mayor consenso, pues lo único que indica es que la familia que este mejor representada tendrá un

mayor número de especies utilizadas. En este caso las especies que tuvieron mayor consenso (más de 30 menciones) fueron “nishtlacote/ nixtlacote o nichtlacote (*Montanoa tomentosa*; Figura 1) con 36 menciones y el marrubio (*Marrubium vulgare*; Figura 2), con 31 menciones. Otras especies vegetales también importantes, con más de 20 menciones son malva (*Malva parviflora*) y árnica (*Heteroteca inuloides*). Todas las especies mencionadas son consideradas medicinales, tal como se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 1. Reconocimiento de plantas con propiedades medicinales o venenosas (Conoce alguna planta medicinal o venenosa que crezca en esta zona)

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
No	25	15.63	15.63
No sabe	4	2.50	18.125
Sí	131	81.88	100
Total	160	100.00	

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos de septiembre 2011- enero 2012.

Cuadro 2. Número de especies botánicas y su familia

Familia	Especies
Anacardiaceae	1
Chenopodiaceae	2
Apiaceae	1
Begoniaceae	1
Brassicaceae	2
Asteraceae (Compositae)	9
Equisetaceae	1
Euphorbiaceae	1
Labiatae (Lamiaceae)	4
Liliaceae	1
Lythraceae	1
Malvaceae	1
Myrtaceae	1
Papaveraceae	1
Polygonaceae	1
Rutaceae	1
Solanaceae	4
Urticaceae	1
Total 18 Familias	34

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos de septiembre 2011- enero 2012.



Figura 1. *Montanoa tomentosa* (Asteraceae).



Figura 2. *Marrubium vulgare* (Lamiaceae).



Figura 3. *Malva parviflora* (Malvaceae).

Cuadro 3. Especies vegetales útiles (arvenses, ruderales, poco cultivadas o de traspatio en el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Categoría de uso	Frecuencia (menciones)	Porcentaje
Sábila	<i>Aloe vera</i>	Liliaceae	Medicinal	4	1.6
Chicalote	<i>Argemone mexicana</i>	Papaveraceae	Medicinal	2	0.8
Ajenjo/Hierba maistra	<i>Artemisia absinthium</i>	Asteraceae	Medicinal	7	2.7
Chipile	<i>Begonia gracilis</i>	Begoniaceae	Medicinal	1	0.4
Manzanilla	<i>Chamomilla courrantiana</i>	Asteraceae	Medicinal	9	3.5
Epazote	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Amaranthaceae	Medicinal-Comestible	2	0.8
Epazote de zorrillo	<i>Chenopodium graveolens</i>	Amaranthaceae	Medicinal	1	0.4
Hierba del ángel	<i>Cuphea aequipetala</i>	Lythraceae	Medicinal	6	2.3
Alcachofa	<i>Cynara cardunculus</i>	Asteraceae	Medicinal	6	2.3
Hedionda/Toloache	<i>Datura stramonium</i>	Solanaceae	Venenosa	8	3.1
Cola de caballo	<i>Equisetum sp.</i>	Equisetaceae	Medicinal	3	1.2
Eucalipto	<i>Eucaliptus sp.</i>	Myrtaceae	Medicinal	1	0.4
Hinojo	<i>Foeniculum vulgare</i>	Apiaceae	Medicinal	2	0.8
Gordolobo	<i>Gnaphalium sp.</i>	Asteraceae	Medicinal	2	0.8
Árnica	<i>Heterotheca inuloides</i>	Asteraceae	Medicinal	24	9.3
Lentejilla/Meshishi	<i>Lepidium virginicum</i>	Brassicaceae	Medicinal	2	0.8
Malva/Malva gorda	<i>Malva parviflora</i>	Malvaceae	Medicinal-Comestible	23	8.9
Marrubio	<i>Marrubium vulgare</i>	Labiatae	Medicinal	31	12.0
Mustranzo	<i>Mentha rotundifolia</i>	Labiatae	Medicinal	4	1.6
Nishtlacote/Nixtlacote	<i>Montanoa tomentosa</i>	Asteraceae	Medicinal	36	14.0
Berros	<i>Nasturium officinale</i>	Brassicaceae	Medicinal-Comestible	5	1.9
Mejorana	<i>Origanum majorana</i>	Labiatae	Medicinal	3	1.2
Higuera/Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>	Euphorbiaceae	Medicinal	10	3.9
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Labiatae	Medicinal	7	2.7

Continúa en la página 61

Lengua de vaca	<i>Rumex sp.</i>	Polygonaceae	Medicinal-Comestible	3	1.2
Ruda	<i>Ruta graveolens</i>	Rutaceae	Medicinal	9	3.5
Pirú/Pirúl	<i>Schinus molle</i>	Anacardiaceae	Medicinal	11	4.3
Mala mujer/ Hierba del sapo/Duraznillo	<i>Solanum rostratum</i>	Solanaceae	Medicinal-Venenosa	3	1.2
Santamaría	<i>Tanacetum parthenium</i>	Asteraceae	Medicinal	3	1.2
Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i>	Asteraceae	Medicinal	4	1.6
Ortiga	<i>Urtica dioica</i>	Urticaceae	Medicinal	3	1.2

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos obtenidos de septiembre 2011- enero 2012

Continuación del Cuadro 3.

En cuanto a los géneros botánicos con más especies mencionadas señalaron a *Solanum* con 3 especies y a *Chenopodium* (*Teloxys*), con 2 especies.

De todas las especies botánicas consideradas útiles, 4 de ellas, tienen un doble uso: medicinal y comestible, tal es el caso del epazote *T. ambrosioides* y malva *M. parviflora* (Cuadro 3).

Es notable el hecho de que varias de las especies señaladas en el presente estudio ya han sido validadas en sus usos; cabe mencionar que algunas de estas especies vegetales poseen propiedades demostradas por lo menos a nivel experimental, crecen como arvenses o ruderales, es decir malezas asociadas ya sea a zonas de cultivo o áreas urbanas. Rzedowski (2006) menciona que dentro de la composición de la flora arvense y ruderal de México se encuentran una gran cantidad de especies pertenecientes a la familia Compositae (*Asteraceae*), estas y las Gramíneas tienden a dominar ampliamente el espectro.

En cuanto a las especies vegetales seleccionadas para realizar una posterior evaluación, se presenta a continuación una breve revisión bibliográfica.

Especies vegetales seleccionadas para la evaluación de la actividad antialimentaria

***Chenopodium graveolens* (*Teloxys graveolens*).**

Características botánicas, distribución geográfica y usos comunes.

Pertenecía a la Familia *Chenopodiaceae*, la cual actualmente es considerada una subfamilia y se ha agrupado dentro de la Familia *Amaranthaceae* (Kadereit *et al.*, 2010), es una especie nativa de México (Mondragón, 2009). Rzedowski y Rzedowski (2005), la describen como una hierba anual, erguida, glandulosa, muy olorosa, de 20 a 80 cm de alto; tallo simple o ramificado, a veces rojizo. Es llamada “Epazote de zorrillo” (Figura 4), y se encuentra ampliamente distribuida en la parte baja y de mediana altitud en el Valle de México. Su distribución alcanza hasta los 3000 msnm y es considerada una maleza arvense y ruderal (Mondragón, 2009), A nivel mundial la encontramos en América, desde el sur de Estados Unidos

hasta Argentina; e incluso en África (Rzedowski y Rzedowski, 2005). Se usa en la medicina indígena como antihelmíntico y calmante de dolores estomacales, se utiliza para aliviar infecciones en animales (Mondragón, 2009).

Composición química

Se ha revelado la presencia de sesquiterpenos y flavonoides (Mata *et al.*, 1987; Camacho, 1991). Estudios más recientes han identificado y nombrado cinco flavonoides entre ellos el pinocembrin; así como un ácido cumarínico (melilotosido) que podría ser responsable de su actividad anti protozoaria (Calzada *et al.*, 2003)

Uso o efectos en plagas

Debido a su persistente olor parece tener un efecto repelente sobre ciertas especies. Villavicencio-Nieto *et al.*, 2010 mencionan que en el estado de Hidalgo, dentro del municipio de Xochicoatlán, se amarran manojos de esta especie a los postes del granero para evitar que las hormigas alcancen los granos almacenados.



Figura 4. Epazote de zorrillo *Chenopodium graveolens*.

Marrubium vulgare

Características botánicas, distribución geográfica y usos comunes.

Pertenece a la familia Labiatae o Lamiaceae, la cual ha sido ampliamente estudiada debido a su fitoquímica y referencias de especies medicinales y con efectos en insectos (repelencia generalmente).

Según Rzedowski (2005), esta es una especie herbácea y perene, con tallos blancos y lanosos, que posee inflorescencias en forma de densos verticilastos axilares subglobulosos; planta ampliamente distribuida por todo el Valle de México, su altura de distribución va de los 2250 a 2900 msnm, se le considera una maleza ruderal escapada de cultivo, distribuyéndose a orillas de caminos y parcelas. Rodríguez y Porras (2002) la catalogan como maleza y medicinal; es relativamente abundante, pudiendo encontrarse cerca de los canales de riego o en caminos del municipio de Los Reyes de Juárez (Figura 5).

En la comunidad de San Rafael Coxcatlan ubicada dentro de la zona de Tehuacán-Cuicatlán *M. vulgare* también es considerado como una planta medicinal (Blanckaert *et al.*, 2004), mientras que en Zapotitlán de las Salinas, Puebla, es una planta que suele cultivarse y es utilizada en el tratamiento de afecciones gastrointestinales (diarrea y dolor de estómago), se suele usar la parte aérea de la planta (Hernández *et al.*, 2005).

Experimentalmente se ha comprobado su efecto antiespasmódico (usando un extracto hidro-alcohólico de las partes aéreas) a nivel de laboratorio (Schlemper *et al.*, 1996), este resultado fortalece la afirmación de uso como remedio tradicional para controlar dolores de estómago.

También a nivel de laboratorio en ratones se ha evaluado su efecto gastroprotector (antiulceroso); en ensayos realizados con el extracto metanólico y la marrubina (lactona diterpenica) obtenidos de las hojas de *M. vulgare*, se reporta que hubo un aumento significativo del pH y el moco en los grupos tratados con el extracto de *M. vulgare* y la marrubina, siendo este último en parte responsable del efecto antiulceroso observado (De Oliveira *et al.*, 2011). A pesar

de ello se ha citado como planta sospechosa de causar intoxicación en animales (Mondragón, 2009).



Figura 5. Marrubio *M. vulgare*.

Composición química

Como principios activos la planta posee saponinas, taninos y la representativa marrubina; este último componente es de sabor amargo y químicamente se clasifica como una lactona diterpenica, que lleva un núcleo furano. También se identifica un monoterpeno en su composición química, llamado ácido marrúbico (Ahmed, *et al.*, 2010).

Efectos en plagas

Como información etnobotánica en el estado de Hidalgo, (municipio Mineral de la Reforma) las ramas frescas de la planta se utilizan para evitar la infestación de “gorupos” (ácaros) en las camas de las gallinas (Villavicencio-Nieto, 2010).

Mentha rotundifolia

Características botánicas, distribución geográfica y usos comunes

Es una especie perteneciente a la familia Lamiaceae (Labiatae), que presenta un olor muy particular. Rzedowski (2005), la describe como una planta herbácea, perenne de tallo erecto simple o ramificado, alcanza una altura de 1.5 m, hojas sésiles, rugosas y lanosas en el envés, probablemente una de sus características principales; inflorescencia en forma de verticilastros densos. (Figura 6) Suele crecer en zonas de suelo muy húmedo o cerca de canales de riego. Nativa de Europa, naturalizada en América.

Villaseñor y Espinosa (1998), mencionan su presencia en Coahuila, Distrito Federal, Durango, Hidalgo, Estado de México, Oaxaca, Querétaro, Tlaxcala y Veracruz.

Se comentan sus efectos medicinales ya que los aceites esenciales actúan por ejemplo contra la flatulencia y han mostrado actividad antibacterial (antiséptico), además es un febrífugo (baja la fiebre) (Hanan y Mondragón, 2009). En el estado de Veracruz se menciona su utilización contra dolores de estomago, usando las ramas de la planta (Navarro y Avendaño, 2002).

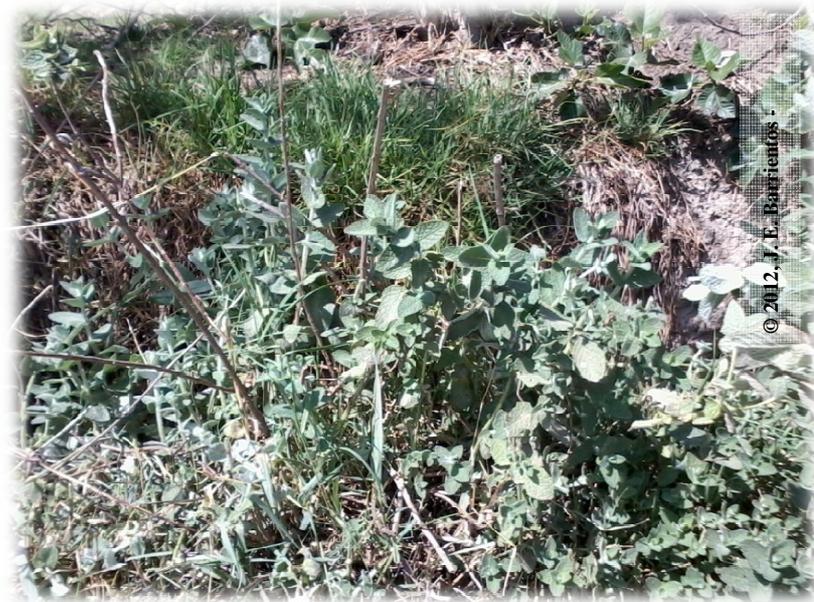


Figura 6. *M. rotundifolia*.

Composición química

Contiene un aceite esencial en el que se han identificado monoterpenos, asimismo se identificaron flavonoides, en las hojas aparece el lignano ácido rosmarínico.

Uso o efectos en plagas

De manera experimental Clemente *et al.*, (2003), probaron el extracto diclorometanólico e infusiones de la planta en *Tribolium castaneum*, (plaga de granos almacenados), obteniendo muy buenos resultados; se observó su efectividad contra esta plaga, encontrando efectos de mortalidad, problemas en desarrollo en larvas de dicho insecto, así como emergencia de los adultos al aplicar los productos de *M. rotundifolia* a su dieta.

Se menciona su utilización para repeler insectos en general y roedores (Hanan y Mondragón, 2009).

M. rotundifolia se utilizó contra *Meloidogyne javanica* encontrando un claro efecto nematicida para esta especie (Oka *et al.*, 2000).

Montanoa tomentosa.

Características botánicas, distribución geográfica y usos comunes

Esta especie es importante por el hecho de ser endémica de México, y pertenece a la familia Asteraceae (Compositae), en las fuentes consultadas se menciona como una especie con la cual se debe tener especial cuidado, al ser utilizada principalmente por personas del sexo femenino.

Se caracteriza por ser un arbusto ramificado que alcanza una altura aproximada de hasta tres metros, posee cabezuelas florales de un color blanco, y tiene un fuerte olor característico (Rzedowski y Rzedowski, 2005) (Figura 7).



Figura 7. *M. tomentosa*.

Rodríguez y Porras (2002) mencionan que el cocimiento de las hojas se utiliza para facilitar el parto, para aumentar la secreción de la leche y la orina.

Experimentalmente se ha comprobado su efecto uterotónico (provoca contracciones musculares uterinas) (Villa-Ruano *et al.*, 2009).

Composición química

La fitoquímica de *M. tomentosa* se empezó a investigar desde la década de los 80s quizás debido al uso reportado para la especie (acelera los partos, sin embargo también es abortivo), el aceite esencial muestra mono y sesquiterpenos, mientras que las hojas y raíz contienen diterpenos. Se menciona que son los diterpenos los responsables del efecto uterotónico, esto confirma su utilización en la resolución de partos largos, sin embargo se menciona que esta misma característica la cataloga como abortiva (Rodríguez y Porras, 2002).

Uso o efectos en plagas

En el municipio de Actopan del estado de Hidalgo se mezclan las ramas de *M. tomentosa* con otras plantas para formar un ramo aromático al cual se le coloca estiércol, esto se quema y con esto se fumigan los nidos de aves de corral evitando parásitos externos o gorpjos, también se usa en perros con pulgas o bien personas que tengan piojos (Villavicencio-Nieto, 2010).

Higuerilla *Ricinus communis*.

Características botánicas, distribución geográfica y usos comunes.

Es una especie de la familia Euphorbiaceae. Considerada como maleza sin embargo en algunas zonas es cultivada por sus semillas las cuales son altamente tóxicas. Otros nombres por los cuales es conocida son ricino e higuera del diablo. Su lugar de origen es probablemente África. Es una especie herbácea, algo arbustiva de color verde azul grisáceo y en ocasiones rojiza, llega a medir hasta 6 m de altura, el tallo es engrosado ramificado; las hojas son palmatilobadas, el fruto es una característica capsula subglobosa con espinas cortas y gruesas. Considerada una especie anual o perenne considerada ruderal. La distribución de esta planta en México es muy amplia y va desde Chiapas hasta Sonora pasando por los estados del centro del país (Rzedowski y Rzedowski, 2005).

Las raíces, hojas y semillas de la planta son utilizadas en remedios tradicionales o de folklor alrededor del mundo (Scarpa y Guerci, 1982).

La planta tiene diversos usos por ejemplo los tallos son utilizados para elaborar papel mientras que de las semillas se extrae el aceite de ricino o de castor usado como medicinal (laxante), este ha sido utilizado desde hace más de 4000 años (Rzedowski y Rzedowski, 2005). El aceite de castor también se utiliza en la elaboración de productos cosméticos, mientras que en Brasil se elabora biodiesel a partir de esta especie (César y Batalha, 2010).

En Canadá *R. communis* se utiliza como remedio etno-veterinario en caballos, aplicándola externamente en problemas de tendón de dichos animales (Lans *et al.*, 2006). Aunado a ello se reporta que su extracto metanólico posee propiedades antiinflamatorias, (Ilavarasan *et al.*, 2006) mientras que el extracto etanólico presenta actividad antidiabética (Shokeen *et al.*, 2008).

Composición química

Es importante mencionar la alta toxicidad de la especie; se considera a la ricina contenida en esta planta una de las sustancias más potentes y letales del mundo (Audi *et al.*, 2005). Debido a esta característica pocas veces se utiliza en infusiones o tés, el uso popular es

generalmente externo, una excepción es el aceite de ricino el cual debido a la manera de extracción (en frío) no es tóxico, siendo utilizado desde tiempo muy antiguos como un laxante habitual.

Uso o efectos en plagas

Se han demostrado sus propiedades insecticidas reduciendo las poblaciones de mosca blanca (Aragón *et al.*, 1997) mientras que en un trabajo realizado por Mandal (2010) se utilizó un extracto de *R. communis* provocando un efecto larvicida en tres especies de insectos vectores (mosquitos). Asimismo se comercializa un nuevo producto antialimentario (Extracto de higuierilla 90%. L) de Progranic Sigma, Promotora Técnica Industrial, aunque este y otros insecticidas-repelentes botánicos son poco utilizados o desconocidos entre los productores.

Esta planta en particular es mencionada por las personas entrevistadas como un auxiliar en el control de las fiebres causadas por infecciones en estómago; principalmente usada para curar empachos (Heinrich *et al.*, 1998) junto con “pan puerco”.

Schinus molle

Características botánicas, distribución geográfica y usos comunes.

Perteneciente a las Anacardiáceas y originario de América del Sur, es conocido comúnmente como pirú o pirúl su característica más llamativa es un amplio follaje de olor aromático al ser frotado, así como sus flores unisexuales, Rzedowski y Rzedowski (2005), detalla que esta especie es un árbol perennifolio, hasta de 15 m de alto, muy ramificado, hojas imparipinnadas, de 10 a 30 cm de largo, de 15 a 41 foliolos lanceolados, con frutos en forma de drupa, pequeño, carnosos durante su desarrollo y seco en la madurez y de color rojo, mide aproximadamente 5mm de diámetro y contiene una sola semilla (Figura 8). Se encuentra ampliamente distribuido en el Valle de México de 2250 a 2800 m de altitud, más profusamente en las partes bajas, matorrales xerófilos y pastizales más o menos perturbados, vegetación secundaria; también cultivado en jardines, a orillas de calles, carreteras. El fruto es picante, muy apetecido por algunas aves.



Figura 8. Árbol de Pirú/pirúl *S. molle*

Composición química

Debido a las de propiedades atribuidas a esta especie (entre las que se incluyen antisépticas, antioxidantes y repelentes de insectos) se han realizado diversos estudios para dilucidar la composición química de hojas y fruto primordialmente. Abdel-Sattar *et al.*, (2009), menciona la presencia de monoterpenos que se producen en gran cantidad en frutos y hojas, 80.43 y 74.84%, respectivamente; además el p-cimeno fue identificado como un componente importante en sus aceites esenciales.

Uso o efectos en plagas

Werdin *et al.*, (2008), evaluaron la efectividad de los aceites esenciales de hojas y frutos-semillas frente a ninfas de la “chinche verde de campo” *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae), que ataca al cultivo de soja encontrando efecto de repelencia en semilla.

En el caso de lepidópteros plaga Iannacone y Lamas (2003), evaluaron los extractos acuosos, hexánico y acetónico de hojas de *S. molle* en la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* encontrando mortalidad larvaria.

También se ha evaluado a *S. molle* en extractos acuosos de los frutos frente a la polilla del manzano *Cydia pomonella* (Chirino *et al.*, 2001), encontrando también mortalidad en el estado

larval.

Conclusiones

Más de un 80% de los productores entrevistados reconocen que existe flora útil en el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla

Se encontraron 33 especies botánicas consideradas de utilidad en el municipio de los Reyes de Juárez, Puebla. Las especies útiles pertenecen a 31 géneros y 18 familias botánicas.

La mayor parte de las especies tuvieron un uso medicinal únicamente y una pequeña fracción de plantas fue clasificada como de doble uso.

Las familias con mayor número de especies fueron Asteraceae con 9 especies así como Lamiaceae y Solanaceae con 4 especies cada una.

Dentro de las especies mencionadas, además de su uso conocido como medicinal o tradicional, encontramos varias que pueden tener propiedades benéficas en control de plagas.

Es necesario fomentar la transmisión de información de una generación a otra, ya que de esto depende la conservación de prácticas y del valioso conocimiento etnobotánico existente en el medio rural.

Literatura citada

- Abdel-Sattar, E., Zaitoun A.A., Farag, M.A., Gayed, S.H., y Harraz, F.M. (2009). "Chemical composition, insecticidal and insect repellent activity of *Schinus molle* L. leaf and fruit essential oils against *Trogoderma granarium* and *Tribolium castaneum*." *Nat. Prod. Res.* (25): 1-10.
- Ahmed, B., Masoodi, M.H., Siddique, A.H., y Khan, S. (2010). A new monoterpene acid from *Marrubium vulgare* with potential antihepatotoxic activity. *Nat Prod Res.* (18):1671-80.
- Aragón G.A., Camacho, B., y Caselín, C. (1997). Combate del chapulín (*Sphenarium purpurascens*) y mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en el cultivo de frijol utilizando métodos alternativos al químico, en el ciclo agrícola Primavera-verano 1996. Huejotzingo, Puebla. Memoria del XXXII Congreso Nacional de Entomología. Metepec, Puebla. Pág. 63.
- Audi, J., Belson, M., Patel, M., Schier, J., y Osterloh J. (2005). Ricin Poisoning: Comprehensive

- Review. American Medical Association, *Clinical review*. Vol. 294. No. 18.
- Blanckaert, I., Swennen, R.L., Paredes-Flores, M., Rosas-López, R., y Lira-Saade, R. (2004). Floristic composition, plant uses and management practices in homegardens of San Rafael Coxcatlan, Valley of Tehuacan-Cuicatlan, México. *Journal of Arid Environments* (57): 39-62.
- Bruneton, J. (2002). Plantas tóxicas: vegetales peligrosos para el hombre y los animales. ACRIBIA. Zaragoza, España. Págs. 154 y 315.
- Calzada, F., Velázquez, C., y Cedillo-Rivera, R. (2003). Antiprotozoal activity of the Constituents of *Teloxys graveolens*. *Phytother. Res.* 17: 731–732.
- Camacho, M.R., Sánchez, M., y Quiroz, H. (1991). Pinocebrine: a bioactive flavanone from *Teloxys graveolens*. *J Ethnopharmacol.* 31: 383–389.
- Ceja-Romero, J., Pérez-Olvera, C. y Rivera-Tapia, J. (2005). Anatomía de la madera de las especies mexicanas de la salvia sección *Erythrostachys*, Epl (Lamiaceae). Distrito Federal, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México.* 76. Pág.53.
- César, A.S., y Batalha, M.O., (2010). Biodiesel production from castor oil in Brazil: adifficult reality. *Energy Policy.* 38: 4031–4039.
- Clemente S., Mareggiani, G., Broussalis, A., Martino, V., y Ferraro, G. (2003). Insecticidal effects of Lamiaceae species against stored products insects. *Boletín de Sanidad Vegetal: Plagas.* (29): 1-8.
- Chirino, M., Cariac, M., y Ferrero, A.A. (2001). Actividad insecticida de extractos crudos de drupas de *Schinus molle* L. (Anacardiaceae) sobre larvas neonatas de *Cydia Pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae). *Bol. San. Veg. Plagas.* (27): 305-314.
- D’Arcy, W.G. (1986). Taxonomy and biogeography, Solanaceae biology and systematic. D’Arcy, W. (Ed). New York, Columbia University Press.
- De Oliveira, A.P., Santin, J.R., Lemos, M., Klein, L.C., García, C.A, Meyre da Silva Bittencourt, C., Filho, V.C., y Faloni de Andrade, S. (2011). Gastroprotective activity of methanol extract and marrubiin obtained from leaves of *Marrubium vulgare* L. (Lamiaceae). *J Pharm Pharmacol.* 63(9):1230-1237.
- Giovannini, P., Reyes-García, V., Waldstein, A., y Heinrich, M. (2011). Do pharmaceuticals displace local knowledge and use of medicinal plants? Estimates from a cross-sectional study in a rural indigenous community, Mexico. *Social Science & Medicine.* (72): 928-

- Hanan, A.M., y Mondragón, P.J. (2009). Ficha: *Mentha rotundifolia*. En: Página de la Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), Malezas de México. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/lamiaceae/mentha-rotundifolia/fichas/ficha.htm>. Consultada en Julio-Agosto de 2012.
- Heinrich, M., Ankli, A., Frei, B., Weimann, C., y Sticher, O. (1998). Medicinal plants in México: Healer's consensus and cultural importance. *Soc. Sci. Med.* Vol. 47 (11): 1859-1871.
- Hernández, T., Canales, M., Caballero, J., Durán, A., y Lira, R., (2005). Análisis cuantitativo del conocimiento tradicional sobre plantas utilizadas para el tratamiento de enfermedades gastrointestinales en Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México. *Interciencia* Septiembre. Vol. 30. Número 009. Págs. 529-535.
- Iannacone, J. y Lamas, G. (2003). Efecto insecticida de cuatro extractos botánicos y del cartap sobre la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae), en el Perú. *Entomotropica*, 18: 95-105.
- Ilavarasan, R., Mallika, M., y Venkataraman, S. (2006). Anti-inflammatory and free radical scavenging activity of *Ricinus communis* root extract. *Journal of Ethnopharmacology*. Vol. 103 (3). Págs. 478-480.
- INAFED (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). (2009). Enciclopedia de los Municipios de México: Puebla-Los reyes de Juárez. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/templates/enciclo/puebla/Mpios/21118a.htm>. Consultada en Octubre de 2012.
- INEGI. (2010). Censo de Población y Vivienda. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=28>. Consultada en Marzo de 2011.
- Instituto Nacional de salud Pública, 1990. El Código Badiano. Salud Pública de México, Septiembre-Octubre. Año 32, Cuernavaca, México. Págs. 603-617.
- Kadereit, G., Mavrodiev, E.V., Zacharias, H.E., y Sukhorukov, P.A. (2010). Molecular phylogeny of Atripliceae (Chenopodioideae, Chenopodiaceae): Implications for systematics, biogeography, flower and fruit evolution, and the origin of C4 Photosynthesis. En: *American Journal of Botany*. Vol. 97 (10): 1664-1687.
- Lans, C., Turner, N., Brauer, G., Lourenco, G., y Georges, K. (2006). Etnoveterinary medicines

- used for horses in Trinidad and in British Columbia, Canada. *Journal of ethnobiology and Ethnomedicine*. (2):31.
- Mandal, S. (2010). Exploration of larvicidal and adult emergence inhibition activities of *Ricinus communis* seed extract against three potential mosquito vectors in Kolkata, India. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. Vol. 3, (8): 605-609.
- Mata, R., Navarrete, A., Álvarez, L., (1987). Flavonoids and terpenoids of *Chenopodium graveolens*. *Phytochemistry*. Págs. 191–193.
- Moerman, D.E. (1996). An analysis of the food plants and drug plants of native North America. *J. Ethnopharmacol.* 52:1-22.
- Mondragón, P. J. (2009). Ficha del Marrubio *Marrubium vulgare* En: Página de la Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), Malezas de México. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/lamiaceae/marrubium-vulgare/fichas/ficha.htm>. Consultada en Marzo de 2012.
- Navarro, P.L.C. y Avendaño, R.S. (2002). “Flora útil del municipio de Astacinga, Veracruz, México”. *Polibotánica*, 14: 67-84.
- Oka, Y., Nacar, S., Putievsky, E., Ravid, U., Yaniv, Z., and Spiegel, Y. 2000. Nematicidal activity of essential oils and their components against the root-knot nematode. *Phytopathology* 90:710–715.
- Rodríguez, C.B., y Porras, M. (2002). Botánica sistemática (Compilación). Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. Págs. 233 y 246.
- Rodríguez, H.C. (2001). Plantas contra plagas, potencial práctico del ajo, anona, chile y tabaco. Red de acción sobre plaguicidas y alternativas en México. Universidad autónoma Metropolitana. México. 133 p.
- Rodríguez, H.C. (2005). Plantas contra Plagas 2, Epazote, hierba de la cucaracha, paraíso, sabadilla e higuerilla. Red de acción sobre plaguicidas y alternativas en México. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 209 p.
- Rzedowski, G.C. de., y Rzedowski, J. (2005). Flora fanerogámica del Valle de México. 2a. Ed., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro (Michoacán), 1406 pp.
- Rzedowski, J., (2006). Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504 pp.

- Scarpa, A., y Guerci, A. (1982). Various uses of the castor oil plant (*Ricinus communis* L.): a Review. *J Ethnopharmacol.* 5:117-137.
- Schlemper, V., Ribas, A., Nicolau, M., y Cechinel F.V. (1996). Antispasmodic effects of hydroalcoholic extract of *Marrubium vulgare* on isolated tissues. *Phytomedicine.* Vol. 3. Págs. 211-216.
- Shokeen, P., Anand, P., Murali, K.Y., y Tandon, V. (2008). Antidiabetic activity of 50% ethanolic extract of *Ricinus communis* and its purified fractions. *Food and Chemical Toxicology.* 46: 3458–3466.
- SPSS. (2006). Version 15.0.1. Statistical Package for Social Sciences. Chicago, Illinois.
- Stevens, P.F. (2007). Angiosperm Phylogeny Website. Versión 8. Disponible en: <http://www.Mobot.org/MOBOT/reserch/APweb/orders/asteralesweb.htm#Asteraceae>. Consultado en Octubre de 2012.
- Toledo, M.V. (1991). El juego de la supervivencia, Un manual para la investigación etnoecológica en Latinoamérica. Centro de ecología. Universidad Autónoma de México. Distrito Federal, México. Pág. 24.
- Villa-Ruano, N., Betancourt-Jiménez, M.G., y Lozoya-Gloria, E. (2009) Biosynthesis of uterotonic diterpenes from *Montanoa tomentosa* (zoapatle). *Journal of Plant Physiology.* 166: 1961—1967.
- Villaseñor, R.J.L., y Espinosa G.F.J. (1998). Catálogo de malezas de México. UNAM- Consejo consultivo fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Villavicencio-Nieto, M., Pérez-Escandón, B., y Gordillo-Martínez, A. (2010). Plantas tradicionalmente usadas como plaguicidas en el estado de Hidalgo, México. *Polibotánica.* Págs. 193-238.
- Vitto, L.A. Del. y Petenatti, E.M. (2009). Asteráceas de importancia económica y ambiental, Primera parte, Sinopsis morfológica y taxonómica, Importancia ecológica y plantas de interés industrial. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Argentina. *Multequina.* Núm. 18. Págs. 87-115.
- Werdin, J.O., González, A.P., Murray, A., y Ferrero, A. (2008). Bioactividad de aceites esenciales de "*Schinus molle*" var. "areira" (Anacardiaceae) en ninfas II de "*Nezara viridula*" (Hemiptera: Pentatomidae). *Boletín de sanidad vegetal. Plagas.* Vol. 34 (3). Págs. 367-375.

CAPITULO 4.

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIALIMENTARIA

Actividad antialimentaria de los extractos acuosos, etanólicos y acetónicos de *Marrubium vulgare*, *Mentha rotundifolia*, *Montanoa tomentosa*, *Schinus molle*, *Teloxys graveolens* y *Ricinus communis* frente a larvas de quinto instar del gusano soldado *Spodoptera exigua* (Hübner) Lepidoptera: Noctuidae.

Resumen

Mediante bioensayos de corta duración se evaluó la actividad antialimentaria de las especies *Schinus molle*, *Montanoa tomentosa*, *Marrubium vulgare*, *Mentha rotundifolia*, *Ricinus communis* y *Teloxys graveolens* en larvas de quinto instar, del insecto conocido como gusano soldado o gusano de la remolacha *Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), el cual es una plaga de importancia hortícola y cuya presencia se ha extendido debido a su capacidad de adaptación, sus hábitos polífagos y la resistencia creada ante diversos tipos de insecticidas. Se elaboraron extractos de tipo acuoso, etanólico y acetónico con las especies vegetales antes mencionadas; esta evaluación se llevó a cabo mediante ensayos de no-preferencia en laboratorio. En el caso de los extractos de tipo acuoso ninguno de ellos obtuvo una actividad superior o cercana al 50%; los resultados en este caso se acercaron al 30%. Los extractos que tuvieron mayor actividad, fueron los etanólicos, existiendo tres de ellos cuyo valor fue igual o cercano al 50% particularmente el extracto etanólico de semilla de *R. communis*, también se obtuvieron resultados importantes *M. vulgare* y *S. molle*. En cuanto a los extractos acetónicos, estos mostraron resultados de actividad antialimentaria aproximados al 30%.

Introducción

Es de dominio generalizado, entre los involucrados profesionalmente en el proceso agrícola, que existe la necesidad de buscar nuevas alternativas para el control de las plagas. Estos organismos afectan directamente la producción de alimentos, y han sido controlados desde hace varias décadas con insecticidas químicos, esto a pesar de existir otras opciones más compatibles con el ambiente, por ejemplo los derivados de plantas que han sido utilizados en las comunidades

agrícolas desde aproximadamente dos milenios (Thacker, 2002). Ya que los insecticidas convencionales o de síntesis química han producido una serie de efectos secundarios nocivos tanto para el medioambiente como para el ser humano, la búsqueda de nuevas opciones de control de plagas de origen natural continúa. Al respecto los elementos derivados de plantas comprenden un amplio recurso que puede ser usado a nivel mundial en lugar de los insecticidas sintéticos (Georges *et al.*, 2008).

El género *Spodoptera* pertenece a la tribu Prodeniini, a la Subfamilia Noctuidae y la familia Noctuidae (Lanfontaine y Schmidt, 2010). El estudio de especies pertenecientes a este género, resulta de gran interés ya que agrupa numerosas especies consideradas como plagas agrícolas, tal es el caso de *S. exigua*. Este último es considerado una plaga agrícola muy persistente que puede encontrarse en diversas partes del mundo (Zheng *et al.*, 2011), y México no es la excepción. Capinera (1999) menciona que *S. exigua* tiene un ciclo de vida que dura 24 días, periodo en el cual hay etapas muy marcadas de larva, pupa y palomilla (adulto) siendo algunos de los vegetales susceptibles al ataque del insecto, el frijol, acelga, brócoli, col, coliflor, lechuga, cebolla, chile, patata, rábano, espinaca, tomate, entre otros. *S. exigua* se ha encontrado produciendo daños en cultivos importantes como la soya, remolacha, maíz, alfalfa (Abdullah *et al.*, 2000). En Puebla, México ha sido hallado en amaranto (Aragón-García y López-Olguín, 2001), jamaica (Pérez-Torres *et al.*, 2009), y hortalizas en el municipio de los Reyes de Juárez, Puebla y Acatzingo, (observación directa).

Ya que el control de *S. exigua* se ha vuelto complicado debido a la gran capacidad de adaptación del insecto, expresada en su resistencia a diversos agroquímicos, se buscan alternativas que sean compatibles con el ambiente, entre ellas se encuentran los derivados de plantas. Se sabe que las plantas producen de manera natural metabolitos secundarios que pueden ser usadas en el control de plagas. Entre las familias con especies útiles en el control de plagas se encuentran Asteraceae (Lagunes, 1994; Bruneton, 2002; Fraga, 2003), Malvaceae y Solanaceae (Iwashina, 2003), aunque también se tienen ejemplos de especies repelentes dentro de Lamiaceae y Rutaceae, entre otras. Una forma de evaluar el potencial de control de insectos plaga como el gusano soldado, es mediante ensayos de actividad antialimentaria. Estos bioensayos consisten en pruebas de preferencia (posibilidad de elegir entre el material vegetal tratado y no tratado) y pruebas de no preferencia (sin posibilidad de elección) (Isman, 2002).

En el presente trabajo se evaluó la actividad antialimentaria mediante ensayos de no preferencia de plantas pertenecientes a varias familias botánicas, que hubiesen sido mencionadas como medicinales en la comunidad de Los Reyes de Juárez, Puebla en un estudio previo y que debido a alguno de sus antecedentes (consultar anexo) pudieran ser una alternativa útil en el manejo del gusano soldado *S. exigua*

Palabras clave: *S. exigua*, plaga, insecto polífago, antifeedant..

Metodología

La actividad antialimentaria se midió en laboratorio en ensayos de corta duración; previo a los ensayos se prepararon los elementos necesarios para los mismos, los cuales se detallan a continuación.

1. Elementos de los ensayos

Para llevar a cabo los ensayos, previamente se prepararon los siguientes elementos necesarios: cría del gusano soldado *S. exigua*, establecimiento del cultivo de acelga *B. vulgaris*, así como los extractos vegetales.

1.1 Cría del gusano soldado *S. exigua*

El pie de cría inicialmente se obtuvo colectando aproximadamente 150 organismos entre los meses de Agosto- Septiembre de 2011 en el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla, en parcelas de espinaca y acelga, los cuales se trasladaban a un insectario ubicado en la ciudad de Puebla, en recipientes plásticos, cubiertos con el fondo por papel absorbente y unas cuantas hojas del cultivo donde se encontraron (Figura 1 y 2).



Figura 1. Larvas de *S. exigua* en recipientes plásticos donde se llevaba a cabo su desarrollo.

Esta y las siguientes generaciones se mantuvieron durante el estado larval con una dieta natural que consistía en hojas de acelga (manejado sin insecticidas/acaricidas o fertilizantes de síntesis química).

Una vez terminado el ciclo larval los organismos se colocaban en peat moss para que llevaran a cabo la pupación; al final de este periodo los adultos (palomillas) se colocaban en un recipiente cilíndrico recubierto con papel filtro y papel estraza, la dieta ofrecida durante todo este periodo consistió de miel al 10%.

Los individuos se mantuvieron a una temperatura constante de 20 ± 2 °C, a una humedad $\leq 40\%$ y un periodo de 12:12 (Figura 1). Cabe señalar que periódicamente se añadían algunos individuos a la cría del insecto.



Figura 2. Larvas de *S. exigua* alimentándose.

1.2 Cultivo de acelga *B. vulgaris*

Desde el mes de Agosto de 2011 se germinaron semillas de *B. vulgaris* Var. *Cycla* marca Germinal® en placas de unicel utilizadas comúnmente para esta actividad. Una vez que las plántulas alcanzaban los 10 cm se trasplantaron a macetas plásticas con un sustrato constituido por un 50% materia orgánica (“tierra de hoja” y lombricomposta) y 40% arena; a este sustrato cada mes y medio a dos meses se le añadía lombricomposta. La mitad de las macetas (20) se mantuvieron bajo condiciones de invernadero y el resto en condición de cultivo de traspatio. El control de plagas de insectos se realizó de manera mecánica totalmente retirando manualmente a los insectos nocivos para el cultivo.

De este cultivo se obtenía el material vegetal necesario para alimentar la cría de *S. exigua* durante el estado larval, asimismo este proporcionó las hojas necesarias para la realización de los bioensayos (Figura 3).



Figura 3. Plantas de *B. vulgaris*, en cultivo de traspatio, manejado sin agroquímicos del cual se obtenía material vegetal para alimento y ensayos con *S. exigua*

1.3 Extractos vegetales

A partir de los datos obtenidos en la documentación previa se llevó a cabo una revisión bibliográfica para seleccionar las especies vegetales esto teniendo en cuenta antecedentes de actividad repelente, insecticida, reportes de toxicidad o bien su utilización por otras comunidades en el control de plagas (Consultar Capítulo 3), así como su abundancia. En cuyo caso se decidió probar el efecto de las especies: *Marrubium vulgare*, *Schinus molle*, *Mentha, rotundifolia*, *Montanoa tomentos*, *T. graveolens*, *Ricinus communis*.

1.3.1 Extractos acuosos.

El material vegetal se recolectó entre los meses de Marzo y Abril de 2012, en la comunidad de Los reyes de Juárez, Puebla. Una vez obtenido este se secó extendido y a la sombra por entre 15 a 20 días para lograr una completa eliminación del agua contenida naturalmente por las estructuras vegetales. Cuando estaba seca se separaron la parte aérea de la

raíz, se trituro la parte aérea y se llevó a un matraz o vaso de precipitado, colocando 125 gramos de planta por un litro de agua destilada; esta mezcla se conservó en un lugar con poca iluminación por 24 horas, al transcurrir este periodo se filtro eliminando la parte sólida, la parte líquida se colocó en charolas de plástico colocando entre 250 a 300 ml del extracto, llevándolas a un congelador (Revco), por 24 horas. Finalmente la placa congelada del extracto se introducía en un liofilizador (Figura 4) por aproximadamente 48 horas, al pasar este periodo, el resultado es el extracto en su forma deshidratada (Figura 4) el cual se colocó en pequeños frascos ámbar rotulados.



Figura 4. Liofilizador y extracto liofilizado.

1.3.2 Extractos acetónico y etanólico

Se obtuvieron los extractos etanólico de semilla y acetónico de hojas de *S. molle* en el laboratorio de Entomología perteneciente al Departamento de Agroecología y Ambiente (DAGAM) de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, con el apoyo de la Dra. María Teresa Zayas Pérez.

En un inicio se realizó un macerado colocando el polvo vegetal de las estructuras correspondientes en un matraz erlenmeyer con 500 y 300 ml de solvente (etanol y acetona respectivamente), esto se dejó en reposo por 72 horas (tres días) alejado de la luz y a temperatura ambiente; posteriormente se filtró y se sometió a la eliminación del solvente mediante rotavapor (marca SEV modelo A402-2: Analógico) tal como observa en la Figura 5 presión reducida, a

una temperatura no mayor a 50°C y a 240 rpm. De este mismo modo se obtuvieron los extractos etanólicos y acetónicos de *M. rotundifolia*, *M. vulgare*, *M. tomentosa*, *T. graveolens* y *R. communis*.



Figura 5. Equipo rotavapor utilizado en la obtención de los extractos acetónico y etanólico.

2. Bioensayos (General)

La unidad experimental de los bioensayos fué una caja petri de 15X90 mm con el fondo cubierto por agar al 2.5% donde se perforan discos equidistantes de 17 mm de diámetro (Figura 5) dentro de estos se colocan discos foliares de acelga con un diámetro de 15 mm, a estos últimos se les aplica el extracto vegetal (caso del tratamiento) o bien únicamente agua (testigo). Los extractos se aplican disueltos de acuerdo a su solvente-origen es decir agua para aquellos acuosos, acetona para los acetónicos y etanol para los etanólicos.

Para aplicar los extractos se utilizó una micropipeta; la cantidad de solución aplicada a cada disco es de 12 microlitros, de manera que el peso del extracto aplicado, en relación al peso promedio del disco foliar proporcione la concentración deseada. Una vez evaporado el solvente, dentro de cada una de las placas se colocó una larva de quinto instar del insecto *S. exigua* de menos de 24 horas de edad, mantenida en ayuno por al menos 6 horas previas al inicio del ensayo y con un peso de entre 60 a 90 mg (Figura 6).

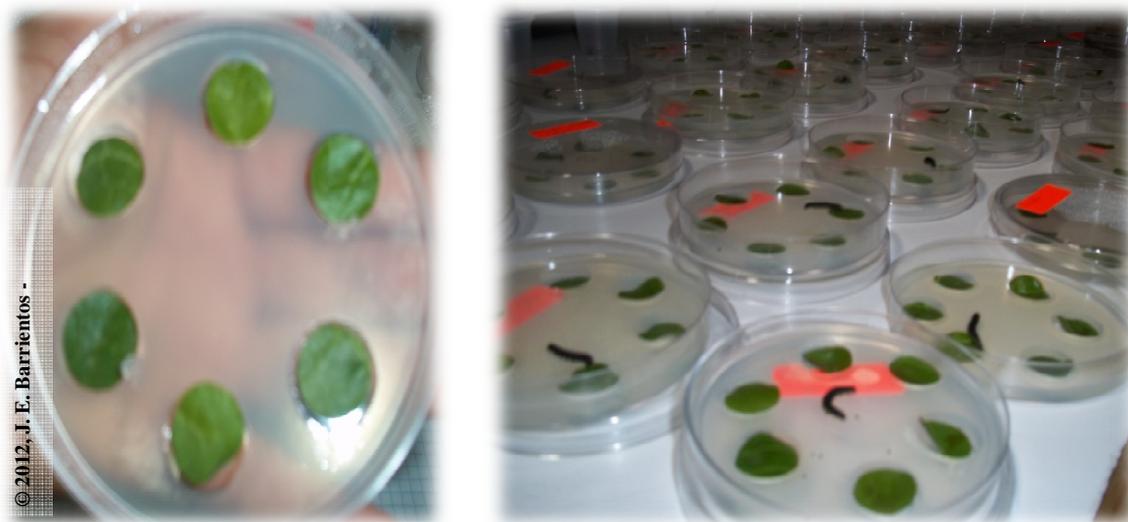


Figura 6. Unidad experimental de los ensayos de actividad antialimentaria e inicio del ensayo en laboratorio.

Cada caja petri se consideró una repetición y por tratamiento existían 10 repeticiones. Las placas del ensayo se colocaron completamente al azar dentro de una cámara-insectario a temperatura ambiente.

Al final del ensayo los discos foliares no consumidos por cada una de las larvas se colocaron en tubos y se secaron en una estufa a una temperatura de 60° C durante 48 horas, se pesaron en una balanza analítica (Figura 7) para obtener el peso seco final por placa por tratamiento.

El peso seco inicial se estima en cada ensayo a partir de grupos de seis discos foliares, con los que se obtuvo un factor de conversión de peso fresco, peso seco. Por diferencia del peso seco inicial y el peso seco final es posible obtener la ingestión en miligramos (mg) de peso seco en cada unidad experimental.

Una vez obtenidos los datos de ingestión por larva en cada placa se evaluó la posible actividad antialimentaria de los extractos vegetales, mediante el cálculo de los índices, de acuerdo con la metodología de ensayos de no preferencia.



Figura 7. Balanza analítica donde se obtenían pesos frescos y secos del presente proyecto.

2.1 Ensayos de no-preferencia para determinar el Índice Antiapetitivo (IA).

En este tipo de ensayo los seis discos foliares se tratan con extracto (tratamiento) o únicamente con solvente (placas testigo). El ensayo finalizó cuando en la mayor parte de las placas el insecto había ingerido el 75% del total de los discos, (4.5 discos aproximadamente). En este tipo de ensayo el insecto se alimenta de los discos o no lo hace, lo que permite evaluar la capacidad del extracto para inhibir la alimentación (o efecto antifeedant) de un insecto en situaciones de no elección, llamado efecto antiapetitivo. Este índice (IA) se obtiene mediante la fórmula de Bentley *et al.*, 1984, haciendo uso de la ecuación:

$$IA = [(Dc - Dt) / Dc] \times 100\%$$

Donde Dc= Discos testigo o control y Dt=discos tratados

2.1.1 Análisis de datos

Se registraron los datos de ingestión por placa para cada tratamiento y ensayo, esto en un inicio se capturó en una hoja de Excel® y posteriormente se trasladó al programa SPSS® para su análisis, se realizó un ANOVA, así como las pruebas de Tukey y Dunnett obteniendo las tablas y gráficos correspondientes.

Resultados y discusión

Actividad antialimentaria de los extractos acuosos de *S. molle*, *M. tomentosa*, *M. vulgare* y *M. rotundifolia*.

Los resultados del ensayo realizado con los extractos acuosos a 5000 ppm se muestran en el Cuadro 1, asimismo se presenta el gráfico correspondiente (Figura 8). Se analizaron los datos con el programa estadístico SPSS, aplicando a los mismos un ANOVA, una prueba de medias (Tukey) y una prueba de t de Dunnett. La actividad antialimentaria se consideró importante cuando era igual o superior al 50% (IA).

De acuerdo con el análisis ANOVA existió una diferencia significativa al 95% de los tratamientos con respecto al testigo.

La prueba Dunnett evidenció dos grupos, en uno de ellos existió actividad antialimentaria aproximada o superior al 30%; esto último se aplica en los casos de los tratamientos donde se aplicaron extracto de hierba de la mujer-nixtlacote (*M. tomentosa*), pirú (*S. molle*) y marrubio (*M. vulgare*). Ya que ninguno de los extractos alcanzó el 50% de actividad esta no se considera importante; cabe recalcar que a pesar de ello, tres de las especies evaluadas en sus productos acuosos difirieron con respecto del testigo como ya se comentó.

Cuadro 1. Índice de actividad antialimentaria (IA) de diferentes extractos acuosos aplicados a 5000 ppm sobre larvas de quinto instar de *S. exigua*.

Tratamiento	IA ± E (%)
Testigo	0.06 ± 4.72 a
<i>Mentha rotundifolia</i>	18.76 ± 5.30 ab
<i>Schinus molle</i> (semilla)	19.76 ± 6.80 ab
<i>Schinus molle</i> (hojas)	27.38 ± 5.20 b*
<i>Montanoa tomentosa</i>	30.19 ± 6.18 b*
<i>Marrubium vulgare</i>	32.42 ± 9.36 b*

E= Error típico. Las medias del Índice de actividad antialimentaria identificadas con la misma letra no mostraron diferencias estadísticamente significativas (Prueba de Tukey, $p \leq 0.05$). El asterisco (*) indica que la diferencia de medias es significativa al nivel de 0.05 con respecto al grupo control (Testigo), según la prueba de Dunnett. n=10 en todos los casos

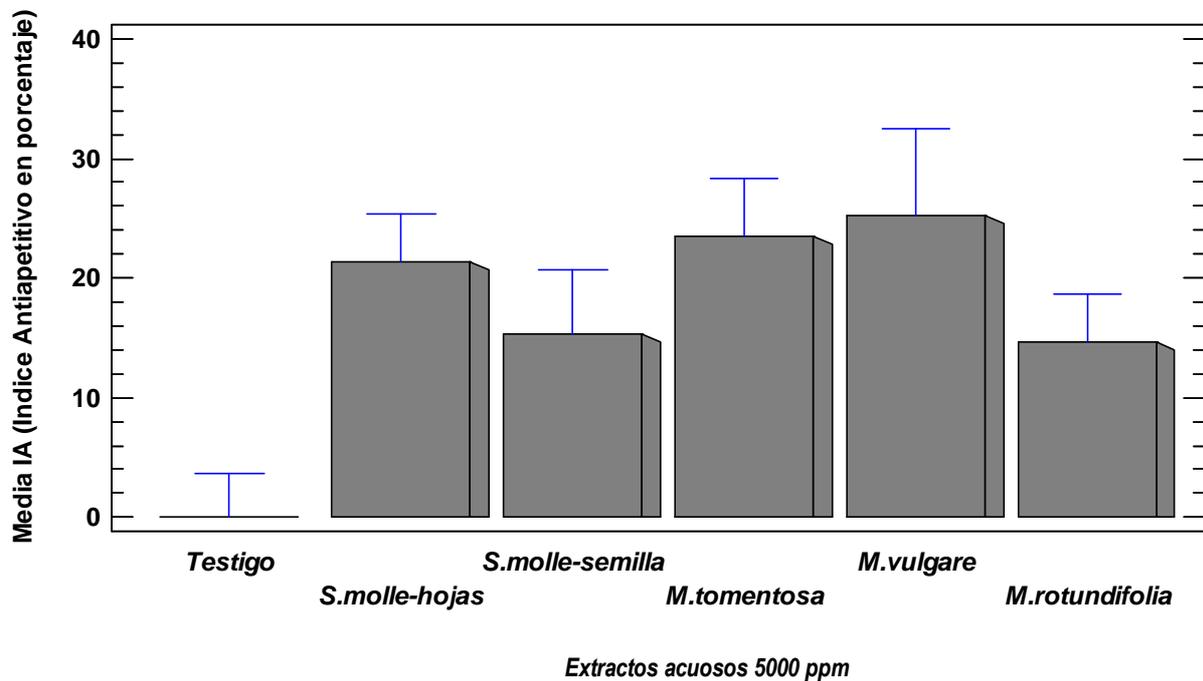


Figura 8. Graficas de medias del Índice antiapetitivo (IA %) de los extractos acuosos de especies vegetales encontradas en el municipio de Los Reyes de Juárez frente a larvas de quinto instar de *S. exigua*. n= 10 en todos los casos.

A pesar de estos resultados, las especies vegetales probadas en sus extractos acuosos tienen reporte de uso y en algunos casos aplicación probada para el control de plagas.

Para el caso de *M. vulgare*, por ejemplo Villavicencio-Nieto *et al.*, (2010) mencionan que las ramas frescas de la planta se utilizan para evitar la infestación de “gorupos” (ácaros) en las camas de las gallinas en el estado de Hidalgo. En cuanto a *M. rotundifolia* se menciona su utilización para repeler insectos en general y roedores (Hanan y Mondragón, 2009).

En referencia a *M. tomentosa* las ramas se mezclan con otras plantas para formar un ramo aromático al cual se le coloca estiércol, esto se quema y con esto se fumigan los nidos de aves de corral evitando parásitos externos o gorupos (Villavicencio-Nieto *et al.*, 2010).

En el caso de *S. molle*, sus productos en forma de extractos acuosos obtenidos de los frutos, frente a la polilla del manzano *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) encontrando mortalidad en el estado larval neonato (Chirino *et al.*, 2001). En el caso de los resultados para el caso del gusano soldado *S. exigua* no hubo una respuesta antialimentaria importante, puesto que

ninguno de los dos productos obtenidos de hojas y drupas acuosos alcanzo un porcentaje igual o cercano al 50% y cabe resaltar las larvas no habían muerto al final del ensayo realizado.

Actividad antialimentaria de los extractos etanólicos de *S. molle*, *M. tomentosa*, *M. vulgare*, *M. rotundifolia*, *T. graveolens* y *R. communis*.

Se llevó a cabo un ensayo para medir la actividad antialimentaria con los productos etanólicos derivados de las especies seleccionadas, los resultados se muestran en el Cuadro 2, así como el gráfico correspondiente en la Gráfica 2.

En general de los tres tipos de productos probados contra *S. exigua*, los etanólicos fueron los que más altos índices antialimentarios mostraron en ciertos casos. La actividad antialimentaria se puede considerar importante cuando esta es igual o superior al 50% (IA%).

Cabe señalar que los diferentes resultados para una misma especie corresponden al método de extracción utilizado, fundamentalmente el solvente; en este caso, los extractos acuosos de las cuatro especies evaluadas presentaron un bajo efecto antialimentario, debido a que el agua extrae solo compuestos de alta polaridad, como glucósidos, la mayoría de los cuales tienen una baja actividad biológica (Ducrot, 2004). Destacando que, la polaridad del solvente etanol es menor a la del agua, por lo cual se extraen moléculas diferentes en ambos tipos de extractos.

El mejor resultado lo mostró la higuierilla *R. communis* en su extracto de semilla. Para el caso de esta especie se sabe de varios estudios que validan su gran utilidad en el control de organismos plaga; por ejemplo Pérez y Cortes (2006) mencionan que *R. communis* es capaz de controlar al mosquito *Aedes aegypti*, ya que provoca la mortalidad de las larvas con los extractos acuosos de dicha especie. En este caso las semillas de *R. communis* fue el extracto que más alto IA obtuvo, tal como se observa en la Gráfica 2 y en la Tabla 2; el extracto de hojas también obtuvo un resultado de IA importante

En cuanto a la diferencia de resultados para la misma especie pero diferente estructura (hojas-semilla), esto se debe a que los principios activos se encuentran distribuidos en las

estructuras vegetales en diferentes concentraciones o en una baja concentración en el caso de las hojas. Es importante mencionar la alta toxicidad de la especie, pues se considera a la ricina contenida en esta planta una de las sustancias más potentes y letales del mundo (Audi *et al.*, 2005). Debido a esta característica, pocas veces se utiliza en infusiones o tés, el uso popular es generalmente externo, una excepción es el aceite de ricino el cual debido a la manera de extracción (en frío) no es tóxico y es utilizado desde tiempo muy antiguos como un laxante habitual. Cabe señalar que ya se comercializa un nuevo producto antialimentario (Extracto de higuera 90%. L) de Progranic Sigma, Promotora Técnica Industrial®, aunque este y otros productos botánicos son poco utilizados o desconocidos entre los productores.

Cuadro 2. Índice de actividad antialimentaria (IA) de diferentes extractos etanólicos aplicados a 5000 ppm sobre larvas de quinto instar de *S. exigua*.

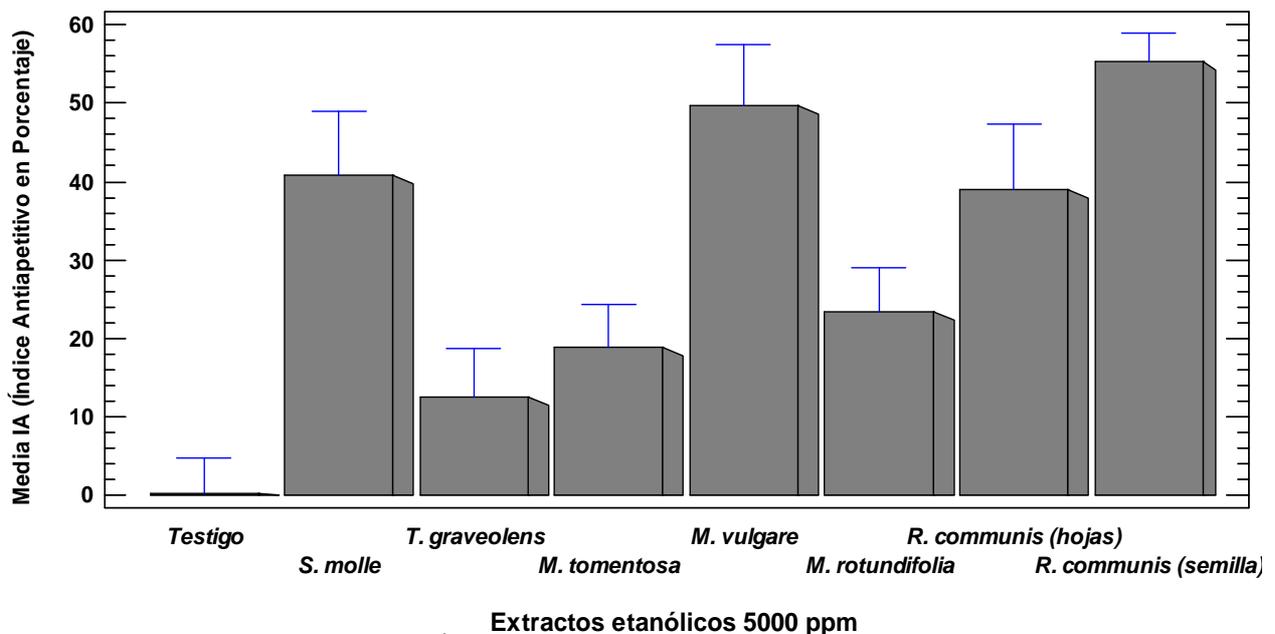
Tratamiento	IA ± E (%)
Testigo	0.11 ± 4.4 a
<i>S. molle</i>	40.79 ± 8.1 cd *
<i>T. graveolens</i>	12.378 ± 6.3 ab
<i>M. tomentosa</i>	18.88 ± 5.4 ab
<i>M. vulgare</i>	49.766 ± 7.7 cd *
<i>M. rotundifolia</i>	23.342 ± 5.7 bc
<i>R. communis</i> (hojas)	39.046 ± 8.2 bc *
<i>R. communis</i> (semilla)	55.295 ± 3.7 d *

E= Error típico. Las medias del Índice de actividad antialimentaria identificadas con la misma letra no mostraron diferencias estadísticamente significativas (Prueba de Tukey, $p \leq 0.05$). El asterisco (*) indica que la diferencia de medias es significativa al nivel de 0.05 con respecto al grupo control (Testigo), según la prueba de Dunnett. n=10 en todos los casos.

El extracto etanólico de *M. vulgare* obtuvo una actividad aproximada al 40%, cabe recordar su utilización combinada con otras especies para el control de “gorupos”, además si se revisa su fitoquímica Ahmed, *et al.*, (2010) mencionan que entre los principios activos la planta están identificados las saponinas, taninos y la representativa marrubina; este último componente es de sabor amargo y químicamente se clasifica como una lactona diterpenica, que lleva un núcleo furano. También se identifica un monoterpeneo en su composición química, llamado ácido

marrúbico. Por lo anterior posee características que una vez identificadas podrían ser útiles en el control de *S. exigua*.

S. molle obtuvo resultados similares con un IA del 40.79%, en este caso el extracto evaluado corresponde a la semilla de dicha especie; existen antecedentes en la literatura sobre el uso de especie contra plagas por ejemplo Werdin *et al.*, (2008) evaluaron la efectividad de los aceites esenciales de hojas y frutos-semillas procedentes de *S. molle* frente a ninfas de la “chinche verde de campo” *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae), que ataca al cultivo de soja encontrando efecto de repelencia en semilla. En el caso de lepidópteros plaga, Iannacone y Lamas (2003), evaluaron los extractos acuosos, hexánico y acetónico de hojas de *S. molle* en la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) encontrando mortalidad larvaria estadísticamente significativa.



Extractos etanólicos 5000 ppm
Figura 9. Graficas de medias del Índice antiapetitivo (IA %) de los extractos etanólicos de especies vegetales encontradas en el municipio de Los Reyes de Juárez frente a larvas de quinto instar de *S. exigua*. n= 10 en todos los casos.

Aunque se esperaba que *T. graveolens* obtuviera resultados superiores ya que tiene reportes de ser usado como remedio antiparasitario, ser considerado como especie tóxica, además de presentar un olor sumamente penetrante, para este estudio frente a larvas de quinto instar de *S. exigua*, no obtuvo resultados importantes. Lo mismo sucedió en el caso de *M. rotundifolia* cuyos

resultados no llegaron a llegar al 20% de actividad antialimentaria frente a larvas de *S. exigua* en este caso.

Actividad antialimentaria de los extractos acetónicos de *S. molle*, *M. tomentosa*, *M. vulgare*, *T. graveolens* y *R. communis*.

Los resultados del ensayo realizado con extractos acetónicos a 5000 ppm se muestran en el Cuadro 3, asimismo se presenta el gráfico correspondiente (Gráfica 3). Se analizaron los datos con el programa estadístico SPSS, aplicando a los mismos un ANOVA, una prueba de medias (Prueba de Tukey) y una prueba de t de Dunnett.

Cuadro 3. Índice de actividad antialimentaria (IA) de diferentes extractos acetónicos aplicados a 5000 ppm sobre larvas de quinto instar de *S. exigua*.

Tratamiento	IA ± E (%)
Testigo	0.11 ± 5.4 a
<i>T. graveolens</i>	12.76 ± 11.5 ab
<i>M. tomentosa</i>	35.49 ± 5.3 c *
<i>M. vulgare</i>	23.18 ± 8.6 ab
<i>R. communis</i>	36.6 ± 9.0 c *

E= Error típico. Las medias del Índice de actividad antialimentaria identificadas con la misma letra no mostraron diferencias estadísticamente significativas (Prueba de Tukey, $p \leq 0.05$). El asterisco (*) indica que la diferencia de medias es significativa al nivel de 0.05 con respecto al grupo control (Testigo), según la prueba de Dunnett. n=10 en todos los casos.

La actividad antialimentaria se puede considerar importante cuando esta es igual o superior al 50% (IA%). Para el caso de estos extractos ninguno obtuvo estos resultados, tal como se observa en la Tabla 3; el mejor resultado lo mostró el extracto de hojas de *R. communis* y el extracto de hojas de *M. tomentosa*, cuyas medias fueron estadísticamente similares según el análisis de Tukey, asimismo, fueron estadísticamente diferentes del testigo según la prueba de Dunnett.

Como ya se comentó en el municipio de Actopan-Hidalgo se usan las ramas de *M. tomentosa* con otras plantas para formar un ramo aromático al cual se le coloca estiércol, esto se quema y con esto se fumigan los nidos de aves de corral evitando parásitos externos o gorgojos, también se usa en perros con pulgas o bien personas que tengan piojos (Villavicencio-Nieto,

2010). La fitoquímica de la especie, es un dato a considerar, el aceite esencial muestra mono y sesquiterpenos, mientras que las hojas y raíz contienen diterpenos.

Anteriormente se dio otro ejemplo del uso de *R. communis*, en contra de plagas, sin embargo se sabe de varios estudios que validan su utilidad en el control de dichos organismos; otro ejemplo es el de Aragón *et al.*, (1997), quienes mencionan su uso y eficacia reduciendo las poblaciones de mosca blanca, mientras que en un trabajo realizado por Mandal (2010), se utilizó un extracto de *R. communis* provocando un efecto larvicida en tres especies de insectos vectores (mosquitos).

Varias de las especies mencionadas poseen en su fitoquímica terpenoides, es a estos compuestos a los cuales puede atribuirse el efecto antialimentario producido, Rodríguez- Hahn *et al.*, (1994), comentan que de entre las sustancias con capacidad antiamentaria los el grupo de aleloquímicos más prometedor porque se encuentran en cantidades apreciables en plantas de diversas familias. Otros compuestos de importancia antialimentaria y ampliamente distribuidos entre los vegetales son los flavonoides, los cuales se hallan presentes igualmente en las especies estudiadas.

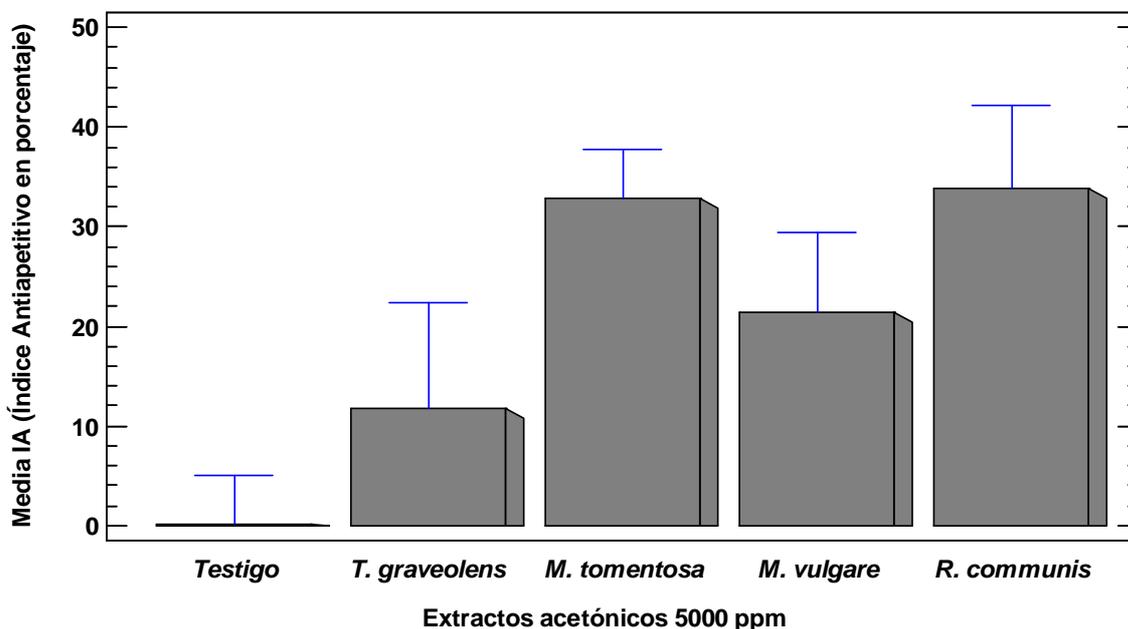


Figura 10. Gráfica de medias del Índice antiapetitivo (IA %) de los extractos acetónicos de especies vegetales encontradas en el municipio de Los Reyes de Juárez frente a larvas de quinto instar de *S. exigua*. n= 10 en todos los casos.

Este tipo de evaluaciones representan un aporte al conocimiento de la diversidad vegetal, ya que estiman, desmienten, validan o ratifican sus características como fuentes potenciales de productos útiles en el control de plagas, tal es el caso del presente estudio

Para el caso de *R. communis* se tienen identificados los compuestos activos responsables de su efecto biológico y específicamente su efecto en insectos, sin embargo, es necesaria la identificación de los compuestos activos en las especies que obtuvieron resultados prometedores.

Conclusiones

De los extractos acuosos evaluados frente a larvas del quinto instar de *S. exigua* los que obtuvieron mejores resultados fueron los de *S. molle* (hojas) con un IA del 27.38%, *M. tomentosa* con un IA del 30.19% y *M. vulgare* con un IA de 32.42%, estos tres difirieron estadísticamente del testigo según la prueba de Dunnett.

Los extractos etanólicos fueron los que mejores resultados produjeron, con índices antialimentarios (IA) en algunos casos del 50% o muy cercanos a este valor; siendo estos los de semilla de *R. communis* con un 55.29% y el de *M. vulgare* con un 49.76%.

En cuanto a los extractos acetónicos los que obtuvieron índices antialimentarios más altos fueron los elaborados con *R. communis* y *M. tomentosa*, cuyos valores correspondieron al 36.6% y 35.49% respectivamente.

Literatura citada

- Abdullah, M.D., Sarnthoy, O., y Chaeychomsri, S. (2000). Comparative study of artificial diet and soybean leaves on growth, development and fecundity of beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). *National Science*. (34): 339-344.
- Ahmed B, Masoodi M.H., Siddique A.H., y Khan, S. (2010). *Nat Prod Res*. A new monoterpene acid from *Marrubium vulgare* with potential antihepatotoxic activity. 24 (18):1671-80.
- Aragón, A., y López-Olguín, J.F. (2001). Descripción y control de las plagas del amaranto. Publicación especial de la Benemérita Universidad autónoma de Puebla. México. Págs. 7 - 8.
- Aragón G.A., Camacho, B. y Caselín C. 1997. Combate del chapulín (*Sphenarium purpurascens*) y mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en el cultivo de frijol

- utilizando métodos alternativos al químico, en el ciclo agrícola. Primavera-verano 1996. Huejotzingo, Puebla. Memoria del XXXII Congreso Nacional de Entomología. Metepec, Puebla. Pág. 63.
- Audi, J., Belson, M., Patel, M., Schier, J., y Osterloh J. (2005). Ricin Poisoning: A Comprehensive Review. American Medical Association. *Clinical review*. Vol. 294: 18.
- Bentley, M.D., Leonard, D.E., Stoddard, W.F y Zalkow, L. H. (1984). Pyrrolizidine alkaloids as larval feeding deterrents for spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 77 (4): 393-397.
- Bruneton, J. 2002. Plantas tóxicas: vegetales peligrosos para el hombre y los animales. Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España. Págs. 153 y 316.
- Capinera, J.L. (1999) Beet armyworm *Spodoptera exigua* (Hübner) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae), Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, USA. Págs. 1-3,
- Chirino, M., Carriac, M., y Ferrero, A.A. (2001). Actividad insecticida de extractos crudos de drupas de *Schinus Molle* L. (Anacardiaceae) sobre larvas neonatas de *Cydia Pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae). *Bol. San. Veg. Plagas.* 27: 305-314.
- Cortés, D. (2008). "Estructuras de moléculas naturales de interés terapéutico". Facultad de Farmacología, Universidad de Valencia, España. Pág.12.
- Ducrot, P.H. (2004). Contribución de la química al conocimiento de la actividad biopesticida de los productos naturales de origen vegetal. En: Regnault-Roger, C., Philogene, B.J.R., y Vincent, C. (Eds.). Biopesticidas de origen vegetal. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 337 p.
- Fraga, B. M. (2003). Natural sesquiterpenoids. *Natural Products Report*. Vol. 20. Págs. 392, 413.
- Hanan, A.M., y Mondragón, P.J. (2009). En: Página de la Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), Malezas de México. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/lamiaceae/mentharotundifolia/fichas/ficha.htm>. Consultada en Julio y Agosto de 2012.
- Georges, K., Jayaprakasam, B., Dalavoy, S.S., y Nair, M.G., (2008). Pest-managing activities of plant extract and anthraquinones from *Cassia nigricans* from Burkina Faso. *Biores. Technol.* (99): 2037-2045.
- Iannacone, J., y Lamas, G. (2003). Efecto insecticida de cuatro extractos botánicos y del cartap

- sobre la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae), en el Perú. *Entomotropica*. (18): 95–105.
- Isman, M.B. (2002). Insect Antifeedants. Royal Society of Chemistry. Págs. 152-157.
- Iwashina, T. (2003). Flavonoid function and activity to Plants and other organisms. *Jpn. Soc. Biol. Sci. Space*. Vol. 17: 24-44.
- Lafontaine, J.D y Schmitdt, B.C. (2010). Annotated check list of the Noctuidea (Insecta, Lepidoptera) of North America, north of Mexico. *Zookeys*. 40: 1-239.
- Lagunes, A. (1993). Uso de extractos vegetales y polvos minerales para el combate de plagas de maíz y frijol en la agricultura de subsistencia. Memorias del Colegio de Postgraduados, Montecillo. México. 35 p.
- Lagunes, T.A. (1994). Extractos y polvos vegetales y polvos minerales para el combate de plagas del maíz y del fríjol en la agricultura de subsistencia. Colegio de Postgraduados. México. 32p.
- Mandal, S. (2010). Exploration of larvicidal and adult emergence inhibition activities of *Ricinus communis* seed extract against three potential mosquito vectors in Kolkata, India. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. Vol. 3 (8). Págs. 605-609.
- Pérez, S.J., y Cortes, J. (2006). Bioensayo con extractos vegetales sobre larvas de tercera y cuarta fase del mosquito transmisor del dengue *Aedes aegypti* Linnaes (Diptera: Culicidae) en la ciudad de Chilpancingo, Gro., México. En: Entomología mexicana. Vol. 5. Tomo 2. (Eds) Estrada V.E., Romero, J.N., y Equihua, A.M.C. Sociedad Mexicana de Entomología. México. Págs. 878-880
- Pérez-Torres, C.B., Aragón-García, A., Bautista-Martínez, N., Tapia-Rojas, A.M., y López-Olguín, J.F. (2009). Acta zoológica mexicana. 25(2): 239-247.
- Rodriguez-Hahn, L., Esquivel, B., Cárdenas, J. (1994). Cleordane dipertenoids in Labiatae. *Prog. Chem. Org. Nat. Prod.* 63: 107-196.
- Thacker, J. M. R. 2002. An introduction to arthropod pest control. Cambridge. University Press. Pág. 343.
- Villavicencio-Nieto, M., Pérez-Escandón, B., y Gordillo-Martínez, A. (2010). Plantas tradicionalmente usadas como plaguicidas en el estado de Hidalgo, México. *Polibotánica*. Págs. 193-238.
- Werdin, J.O., Murray, A.P., y Ferrero, A.A. (2008). Bioactividad de aceites esenciales de

Schinus molle var. *areira* (Anacardiaceae) en ninfas II de *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae). *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*. 34: 367–376.

Zheng X.L., Wang, P., Cong, X.P., Lei, C.L. (2011). Pupation behavior, depth, and site of *Spodoptera exigua*. *Bulletin of insectology*. 64 (2): 209-214.

Conclusiones generales

Incidencia y manejo convencional de *S. exigua* en cultivos del municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla.

En cuanto al marco de referencia: se entrevistó a productores del municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla, la mayor parte de ellos del sexo masculino, cuya edad promedio es de 40 años y con una escolaridad en general del nivel básico (Primaria). En el municipio se cuenta con un extenso sistema de regadío por lo cual no se comento el temporal como importante para la producción, la cual se basa en hortalizas básicamente y en algunos casos hierbas aromáticas o plantas ornamentales. Dicha producción se comercializa primordialmente en la central de Huixcolotla.

Los cultivos que más se ven más afectados por *S. exigua* en el municipio de los Reyes de Juárez, Puebla son *Brassica oleraceae* var. Itálica (brócoli), *Beta vulgaris* var. Cicla (acelga), *Brassica oleraceae* var. Capitata (col) y *Spinaceae oleraceae* (espinaca).

Aproximadamente una tercera parte de los entrevistados utiliza únicamente como método de control de la plaga *S. exigua*, insecticidas de origen químico.

Los insecticidas más empleados en el control del gusano soldado son aquellos que contienen Clorpirifos y Permetrina (Organofosforado-Piretroide), así como Carbofurán (Carbamato), como principio activo.

La asesoría técnica/ profesional y protección para el manejo de insecticidas utilizados en el control de *S. exigua*, es mínima o nula.

La aplicación de los insecticidas (o *venenos* como suelen llamarse coloquialmente entre los productores) suele realizarse cada vez que se observa la presencia del insecto dentro de los cultivos, esto para un alto porcentaje de los entrevistados.

La mayor parte de los productores considera un costo adicional el manejo de la plaga de *S. exigua*; resultando una moda de \$500.00 por el costo de cada fumigación, por parcela.

La fumigación suele ser realizada por el propio productor en un 59% o bien por personas contratadas para dicha actividad en un 23.8%.

El 18.7% de los productores ha sufrido alguna intoxicación como consecuencia de su exposición a los insecticidas utilizados en el manejo del gusano soldado *S. exigua*.

Los antecedentes que poseen los insecticidas más utilizados por los productores en el control de *S. exigua*, confirman que la exposición a estos agroquímicos constituye un riesgo para su salud.

Exploración de especies vegetales consideradas medicinales, con posible potencial repelente o insecticida en el municipio de los Reyes de Juárez, Puebla.

Más de un 80% de los productores entrevistados reconocen que existe flora útil en el municipio de Los Reyes de Juárez, Puebla

Se encontraron 33 especies botánicas consideradas de utilidad en el municipio de los Reyes de Juárez, Puebla. Las especies útiles pertenecen a 31 géneros y 18 familias botánicas.

La mayor parte de las especies tuvieron un uso medicinal únicamente y una pequeña fracción de plantas fue clasificada como de doble uso.

Las familias con mayor número de especies fueron Asteraceae con 9 especies así como Lamiaceae y Solanaceae con 4 especies cada una.

Dentro de las especies mencionadas, además de su uso conocido como medicinal o tradicional, encontramos varias que pueden tener propiedades benéficas en control de plagas.

Es necesario fomentar la transmisión de información de una generación a otra, ya que de esto depende la conservación de prácticas y del valioso conocimiento etnobotánico existente en el medio rural.

Actividad antialimentaria de los extractos vegetales frente a larvas de quinto instar del gusano soldado *Spodoptera exigua* (Hübner) Lepidoptera: Noctuidae

De los extractos acuosos evaluados frente a larvas del quinto instar de *S. exigua* los que obtuvieron mejores resultados fueron los de *S. molle* (hojas) con un IA del 27.38%, *M. tomentosa* con un IA del 30.19% y *M. vulgare* con un IA de 32.42%, estos tres difirieron estadísticamente del testigo según la prueba de Dunnett.

Los extractos etanólicos fueron los que mejores resultados produjeron, con índices antialimentarios (IA), en algunos casos del 50% o muy cercanos a este valor; siendo estos los de semilla de *R. communis* con un 55.29% y el de *M. vulgare* con un 49.76%.

En cuanto a los extractos acetónicos los que obtuvieron índices antialimentarios más altos fueron los elaborados con *R. communis* y *M. tomentosa*, cuyos valores correspondieron al 36.6% y 35.49% respectivamente.

ANEXO

CUESTIONARIO APLICADO.



COLEGIO DE POSTGRADUADOS CAMPUS PUEBLA

MAESTRÍA EN ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL.

CUESTIONARIO DEL PROYECTO

Este proyecto tiene como finalidad buscar métodos menos tóxicos –que no perjudiquen al ser humano y al medioambiente- para el control de la plaga gusano soldado también llamado gardama o rosquilla verde.

Este documento es confidencial, los datos proporcionados únicamente se utilizaran en este proyecto.

Número de cuestionario _____
Fecha _____

Sección A-Datos generales

1.-Nombre _____

2.-Edad _____

3.-Sexo M () F ()

4.-Escolaridad A) Primaria incompleta () B) Primaria completa () C) Secundaria ()

D) Preparatoria () E) Otro () F) Ninguna () G) No contesta ()

5.- Sistemas de producción

Cultivos y superficie del productor.

Cultivo	Ciclo	Destino

Sección B-Conocimiento etnobotánico general

6.- ¿Conoce alguna planta venenosa, irritante o medicinal contra parásitos que crezca en esta región?

A) Sí () B) No () C) No responde () D) No sabe ()

7.- Si contesto que si a la pregunta anterior, mencione ¿Cuáles? (Nombre común)

A) _____

B) _____

C) _____

8.- ¿Alguna vez las ha utilizado?

A) Si () B) No () C) No responde ()

9.- Si respondió si a la pregunta anterior ¿Qué parte de la planta se utiliza?

A) Raíz B) Hojas C) Tallo D) Flores E) Toda la planta F) Semillas

10) ¿En qué época está presente esta planta o cuando es más abundante?

- A) Primavera () B) Verano () C) Otoño () D) Invierno () E) Todo el año ()

11) ¿Ha utilizado alguna de estas plantas para controlar/matar insectos?

- A) Si () B) No () C) No responde ()

Nombres comunes de la/s plantas

A) _____

B) _____

C) _____

D) _____

12) De haber respondió sí a la pregunta anterior ¿Cómo la prepara?

- A) Infusión () B) Cocción () C) Macerado () D) Polvo ()

13) ¿Qué parte de la planta se utiliza?

- A) Raíz () B) Tallo () C) Hojas () D) Flores () E) Toda la planta () F) Semilla ()

Sección C-Sobre el gusano soldado, control y afectación del mismo en los cultivos (pérdidas generadas por el ataque del insecto).

14.- ¿Conoce usted la plaga llamada gusano soldado (gardama, rosquilla, rosquilla verde, gusano de acelga, remolacha)

- A) Si () B) No () C) No sabe () D) No responde ()

15.- Si contesto que sí, ¿afecta a alguno de sus cultivos?

- A) Si () B) No () C) No contesta () D) No sabe ()

16.- ¿Qué cultivos ha visto afectados por este insecto?

Cultivo	Daño causado (%)	Pérdidas estimadas (%)	Comentarios

17.- ¿Qué métodos de utiliza para controlar la plaga del gusano soldado?

- A) Químicos (insecticidas comunes adquiridos en tiendas de síntesis química) ()

- C) Control mecánico (recolección manual, remoción del follaje) ()
 D) Control cultural (rotación de cultivos, varios cultivos juntos) ()
 E) Control biológico (*Bacillusthuringiensis*, uso de depredadores naturales: avispas por ejemplo) ()
 F) Otro(),
 explique_____

18.- ¿En cuanto al control químico, que insecticida utiliza para controlar esta plaga?

Nombre del insecticida	Costo unitario del producto

19. ¿Con ese producto lo ha controlado el problema de afectación de sus cultivos?

- A) Si () B) No () C) No responde () D) No sabe ()

20. Si se presenta de nuevo, ¿utilizará ese producto?

- A) Si () B) No () C) No responde () D) No sabe ()

21. ¿Su combate le representa costos adicionales?

- A) Si () B) No () C) No responde () D) No sabe ()

22. ¿Qué cantidad adicional en promedio representa el combate del gusano soldado?

\$ _____

23.- ¿Quién lo asesora para la utilización de estos insecticidas?

24.- ¿Utiliza algún tipo de protección al aplicar los insecticidas utilizados?

- A) Guantes () B) Guantes y Cubrebocas/Mascarilla () C) Solo Cubrebocas/Mascarilla D) Guantes, Cubrebocas/Mascarilla,
 Lentes () E) Ninguno F) Otros ()

25.- ¿Quién realiza la fumigación?

- A) El productor únicamente () B) Esposa/hijos () C) Otros familiares () D) Contrata personas ()

26.- ¿Ha sufrido alguna intoxicación al aplicar este tipo de productos?

- A) Si () B) No () C) No responde () D) No sabe ()

27.- ¿Le interesaría utilizar insecticidas de origen vegetal que tuvieran un efecto repelente o insecticida?

- A) Si () B) No () C) No responde () D) No sabe ()

GRACIAS POR SU TIEMPO Y PACIENCIA.

