



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE PUEBLA**

**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA
ESCUELA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

**APLICACIÓN DE PRODUCTOS NATURALES PARA
EL MANEJO DEL CHAPULÍN *Sphenarium purpurascens*
(Charpentier, 1841-45) EN EL CULTIVO DE *Raphanus sativus* L.,
EN TEPEACA, PUEBLA**

TESIS PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIATURA EN INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PRESENTA

ROBERTO BAUTISTA VIVEROS

DIRECCIÓN DE TESIS

DRA. BETZABETH CECILIA PÉREZ TORRES

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	i
RESUMEN	ii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEORICO	2
2.1 Cultivo de rabanito	2
2.1.1 Origen y distribución	2
2.1.2 Clasificación taxonómica de acuerdo a Valadez, 2001	3
2.1.3 Descripción botánicas	3
2.2 Importancia del cultivo	4
2.2.1 Propiedades	4
2.2.2 Valor nutricional	4
2.2.3 Importancia en la salud	5
2.3 Insectos plaga en el cultivo de rabanito	6
2.3.1 Palomilla dorso de diamante <i>Plutella xylostella</i>	6
2.3.2 Gusano medidor <i>Trichoplusia ni</i>	6
2.3.3 Gusano cortador <i>Agrotis segetum</i>	6
2.3.4 Gusano soldado <i>Mythimna unipuncta</i>	6
2.3.5 Pulgón <i>Brevicoryne brassicae</i>	7
2.3.6 Chapulines	7
2.3.6.1 Clasisficación taxonómica de <i>S. purpurascens</i> (Charpentier, 1841-45) de acuerdo con Anaya <i>et al.</i> , 2000	10
2.3.6.2 Morfología	10
2.3.6.3 Ciclo de vida	11
2.3.6.4 Daños	11
2 5 Métodos de control	13
2.5.1 Control químico	13
2.5.2 Control cultural	14
2.5.3 Control con extractos vegetales	15
2.6 Antecedentes de los extractos vegetales a evaluar	16
2.6.1 Hierba del perro <i>Psacaliopsis purpusii</i>	16
2.6.1.1 Descripción botánica y distribución geográfica	16
2.6.1.2 Composición química	17
2.6.1.3 Actividad insecticida	17
2.6.2 Chicalote (<i>Argemone mexicana</i>)	18
2.6.2.1 Descripción botánica y distribución geográfica	18
2.6.2.2 Composición química	19
2.6.2.3 Actividad insecticida	20
2.6.3 Casal	21

III. JUSTIFICACIÓN	22
IV. OBJETIVOS	23
4.1 Objetivo general	23
4.2 Objetivos particulares	23
V. HIPÓTESIS	23
VI. ZONA DE ESTUDIO	24
VII. METODOLOGÍA	26
7.1 Control de plagas del chapulín (<i>Sphenarium purpurascens</i>) con productos naturales	26
7.1.1 Búsqueda de productos naturales para el control del chapulón	26
7.1.2 Criterios para la selección de las plantas	26
7.1.3 Colecta de las plantas	27
7.1.4 Secado y molienda del material vegetal	27
7.2 Establecimiento del experimento	28
7.2.1 Selección, siembra y aclareo del cultivo en la parcela experimental	28
7.2.2 Tratamientos y diseño experimental	28
7.3 Preparación de los extractos	30
7.3.1 Elaboración de los extractos vegetales	30
7.3.2 Elaboración del extracto de Casal	31
7.3.3 Aplicación de los tratamientos	31
7.4 Parámetros a evaluar	32
7.4.1 Porcentaje de daño foliar	32
7.4.2 Porcentaje de infestación de <i>S. purpurensis</i> en las plantas	32
7.4.3 Producción del rabanito	32
7.5 Análisis estadístico	33
VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
8.1 Efecto de los tratamientos con respecto al porcentaje de daño	34
8.2 Efecto de los tratamientos con respecto a la infestación del chapulín	36
8.3 Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento del rabanito	37
IX. CONCLUSIONES	40
X. LITERATURA CITADA	41

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Tratamientos utilizados para el control de chapulín en el cultivo de rabanito en el municipio de Tepeaca, Puebla	29
2	Porcentaje promedio de daño por el chapulín (<i>Sphenarium purpuranses</i>) en el municipio de Tepeaca, Puebla.	34
3	Porcentaje de infestación de <i>S. purpuranses</i> en el cultivo de rabanito en el municipio de Tepeaca, Puebla.	37
4	Porcentaje de la producción de rabanitos (kg ha ⁻¹), bajo diferentes tratamientos en el municipio de Tepeaca, Puebla.	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Distribución geográfica del <i>S. purpuranses</i> en México.	8
2	<i>Sphenarium purpuranses</i> (Charpentier 1841-45)	11
3	Planta de la hierba del perro (<i>Psacaliopsis purpusii</i>)	16
4	Planta de chicalote <i>Argemone mexicana</i>	19
5	Mapa del municipio de Tepeaca, Puebla; donde se llevó a cabo el trabajo experimental para el control de chapulín <i>Sphenarium purpuranses</i> .	24
6	Diagrama de la unidad experimental donde se realizó el control de chapulín en el municipio de Tepeaca, Puebla.	29
7	Diagrama de la parcela útil en donde se representan las nueve matas centrales del cultivo de <i>Raphanus satibus</i> .	30

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de cuatro productos naturales para el manejo del chapulín *Sphenarium purpuranensis* (Charpentier) y contribuir a mejorar el sistema de producción del cultivo de rabanito (*Raphanus sativus* L.) en el municipio de Tepeaca, Puebla. Para lo cual se realizó un experimento a nivel de campo, se seleccionó una parcela de la zona de estudios en base a la representatividad en relación a las condiciones agroecológicas, tecnología agrícola que se utiliza y la no utilización de productos químicos en la parcela, en ella se sembraron semillas de rabanito, donde se probaron cuatro tratamientos, dos a base de extractos vegetales de hierba del perro y chicalote probadas al 3%, el casal (formulado) y un tratamiento testigo a base de agua. Para los extractos vegetales se colectaron follaje y la flor de *Pscaliopsi purpusii*, mientras que para *A. mexicana* se utilizó tanto el fruto y las partes más tiernas de la planta las cuales se secaron, se pulverizaron, se etiquetaron y se guardaron hasta su utilización. Para la preparación de los extractos vegetales se agregaron 30 gr de la planta por cada litro de agua que se aplicó, se dejó reposar por 24 hrs. Los tratamientos fueron probados bajo un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones, con una separación entre unidad y unidad de un metro. Los parámetros que se tomaron fueron: porcentaje de daño foliar, infestación del chapulín (*Sphenarium purpuranses*) en el cultivo y producción de rabanito.

La aplicación de extracto acuoso vegetal de *P. purpusii* y *A. mexicana* fueron eficiente para disminuir significativamente ($p \leq 0.05$) el porcentaje de daño por *S. purpuranses* en el rabanito. Para el porcentaje de infestación de esta plaga en el cultivo su el extracto de *P. purpusii* y por ende fue donde se obtuvo la mejor producción incrementándola en un 46.87% con respecto al testigo.

I. INTRODUCCIÓN

No hay cultivo que no padezca los daños que los insectos ocasionan, estimándose pérdidas cuantiosas por las plagas, sobre todo cuando no se realiza un control adecuado de las mismas. Para combatir las plagas sin dañar ni alterar las condiciones ambientales que prevalecen en las zonas agrícolas, es necesario conocer lo mejor posible al insecto que se quiera combatir (Pérez-Torres, 2002).

El uso derivado de plantas o insecticidas botánicos tiene su origen hace más de 2400 años en China, Egipto, Grecia e India, aún en Europa y Norte América el uso de botánicos está documentado desde hace más de 150 años, con más de 2,000 especies de plantas descritas con propiedades insecticidas (Durán, 2007).

El empleo de plantas para el control de insectos plaga, tiene grandes perspectivas, ya que producen una amplia diversidad de sustancias biológicamente activas que afectan el crecimiento y desarrollo de otros organismos y pueden brindar protección al cultivo (Escobar, *et al.*, 2007).

El uso de plantas insecticidas esta especialmente extendido en los países menos desarrollados, donde crecen localmente y representan un recurso renovable, más accesible y económico que los insecticidas sintéticos. En algunas regiones del mundo especialmente en las comunidades indígenas donde se produce para el autoconsumo, esta práctica ha seguido usándose a través de generaciones y en los últimos años adquiere mayor importancia con el resurgimiento de la agricultura, libre de residuos químicos y como un elemento del control integrado de plagas (Durán, 2007). Los extractos vegetales son sustancias naturales que se degradan en corto tiempo, no constituyen peligro de contaminación al ambiente y la resistencia se desarrolla más lentamente (Pérez-Torres, 2007).

II. MARCO TEORICO

2.1 El cultivo del rabanito

El rabanito pertenece a la familia de las Crucíferas (Schubert and Jahere, 2011) donde se engloban 380 géneros y unas 3 000 especies propias de regiones templadas o frías del hemisferio norte (Anónimo, 2010). La importancia de esta familia de hortalizas reside en que contiene compuestos de azufre, considerados como potentes antioxidantes que ayudan a prevenir enfermedades, sin embargo se conoce la existencia de seis especies de rabanito, pero tan solo se cultiva la especie de *Raphanus sativus* (Montaldo, 1991).

2.1.1 Origen y distribución

La palabra “rabanito” se deriva de los sajones, *grosero*, *Rudo*, o *red* (rojizo), o desde el sánscrito *rudhira*, en el sentido de la sangre, en referencia al brillante color rojo de los vegetales (Catherine, 2014). El origen y la procedencia del rabanito (*Raphanus sativus* L.) aún está en el aire tras los últimos estudios aportados por los científicos e investigadores botánicos, quienes mencionan que consideran a China como su lugar de origen, sin embargo se tiene la certeza de que los Egipcios (tiempo de los faraones) y Babilonios lo consumían desde hace más de 4,000 años (Pio, 1999) por haberse encontrado representado en paredes interiores de la pirámide de Keops, en inscripciones jeroglíficas menciona que los rabanitos al igual que la cebolla y el ajo, eran consumidos por los trabajadores de la pirámide, además era utilizado por los Egipcios para limpiar los intestinos en el embalsamamiento de las personas con menor poder adquisitivo (Mackendrick y Howe, 1952 citado por Villatoro, 2011); mientras que en China central (Valadez, 2001) y Corea lo empezaron a consumirlo desde el año 400 AC (Pio, 1999; Font, 2014).

Pio (1999), menciona que en la época de los griegos y romanos se convirtió en un alimento muy apreciado; extendieron su cultivo por toda Europa gracias a las provincias conquistadas por estos últimos.

El Dr. Alain Touwaide del Departamento de Botánica del Museo Nacional de Historia Natural, Institución del Smithsonian de Washington, encontró unas pastillas con extractos de rabanito en unos contenedores recuperados de un barco mercante romano del año 130 A.C. (Barley, 2010).

Actualmente el rabanito es una hortaliza que se cultiva a nivel mundial, sobre todo en climas subtropical, en Estados Unidos se encuentra en los estados de la costa occidental y en México se encuentra distribuido en Baja California Norte, Chiapas, Colima, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Querétaro, Veracruz (Villaseñor y Espinosa, 1998).

En la República Mexicana existen varias zonas destinadas a la horticultura, sin embargo se desconocen de datos precisos de la superficie cultivada y el número de toneladas que se producen, lo anterior obedece a que la mayoría de las regiones del país la siembra del rabanito se establece en pequeños huertos familiares dispersos, entre los estados productores destacan la región del Valle de México, Sonora, Puebla, Baja California Norte, Jalisco, Nayarit, Morelos y en menor escala Yucatán, Chiapas, Guanajuato, Michoacán y Sinaloa (Anónimo, 2010).

2.1.2 Clasificación taxonómica de acuerdo a Valadez, 2001.

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta (Angiospermas)

Clase: Magnoliophyta (Dicotiledoneae)

Orden: Brassicales (Crucíferas)

Familia: Brassicaceae (Crucíferas)

Género: *Raphanus*

Especie *R. sativus* L.

2.1.3 Descripción botánica

El rabanito es una hortaliza anual o bianual, originaria del Asia occidental templada.

Tiene raíz pivotante y carnosa, redonda, ligeramente alargada o aun larga, pequeña o gruesa, rosada, roja o negruzca según las variedades. Las hojas son radicales, oblongas y rugosas; los tallos florales son ramosos y están guarnecidos de flores blancas o lilas. El fruto es una silicua alargada con numerosas semillas de forma esférica y color oscuro. La especie *R. sativus* comprende dos subespecies: la *R. sativus parvus* o rabanito y la *R. sativus majar* o rabanito, cuya diferencia estriba en el diámetro de sus raíces, que en el primero no pasa nunca los 3 cm, mientras que en el segundo con frecuencia supera los 67 cm (Tiscornia, 1988).

2.2 Importancia del cultivo

El rabanito es un alimento formado por una gran proporción de agua como elemento principal así como hidratos de carbono y fibra, por lo que aporta niveles muy bajos de calorías y es recomendado por los nutricionistas en dietas reguladoras de peso.

Históricamente, los rabanitos han sido utilizados como plantas medicinales para una gran variedad de enfermedades como disfunción hepática y mala digestión (Gutiérrez and Pérez, 2004, Lugasi *et al.*, 2005, Shukla *et al.*, 2011).

2.2.1 Propiedades

Recientemente varios estudios han demostrado que los rabanitos o extractos de los mismos presentan actividad antioxidante (Lugasi *et al.*, 2005, Wang *et al.*, 2010), antimutagénica. Es una planta de gran importancia por sus propiedades farmacéuticas y altos contenidos vitamínicos y de minerales; 100 g de materia fresca de rabanito contienen 0,86g de proteínas, 30 UI (unidades internacionales) de vitamina A, 30 mg de vitamina B1, 20 mg de vitamina B2 y 24 mg de vitamina C. Presenta además un contenido de 37 mg de Ca, 31 mg de P y 1 mg de Fe (Sotelo *et al.*, 2012) (Criollo y García, 2009).

2.2.2 Valor nutricional

El contenido nutricional de esta especie es variable y depende de las condiciones ambientales donde se desarrolle la planta, la edad de la misma, las propiedades del

cultivo y el método de conservación, procesamiento y preparación, posee un bajo contenido en agua, así como ácidos grasos y carbohidratos, además son una buena fuente de minerales (calcio, fósforo, potasio, sodio, cloro, azufre, magnesio, hierro, yodo, etc), particularmente en antioxidantes, un alto contenido vitamínico (vitaminas A, B, C, D, E, K y P) y de aminoácidos, aunque también contiene un gran número de nutrientes y fitoquímicos a los que se les atribuye un potente efecto antioxidante (Laguna y Cisne, 2001).

2.2.3 Importancia en la salud

Los beneficios que nos proporciona el rabanito son diversos como ya que dispone de acciones antioxidante, interviniendo en la prevención de enfermedades cardiovasculares o degenerativas, favorece la formación de colágeno, dientes, huesos, glóbulos rojos, disfunción hepática y mala digestión (Gutiérrez and Pérez, 2004, Lugasi *et al.*, 2005, Shukla *et al.*, 2011).

También aporta niveles muy bajos de calorías y es recomendada por los nutricionistas en dietas reguladoras de peso, otros beneficios es que con el contenido de folatos que aporta ayuda a la producción de glóbulos rojos y blancos, así como la síntesis de material genético o la creación de anticuerpos del sistema inmunológico (Anónimo, 2007). En mujeres embarazadas y niños beneficia el tubo neural del feto durante las primeras semanas de gestación.

Los minerales mejoran la transmisión y generación de los impulsos nerviosos que participan en la actividad muscular e interviene en el equilibrio del agua dentro y fuera de la célula. El rabanito es indispensable para el funcionamiento de la glándula tiroide, por la presencia de yodo, mientras que el potasio colabora con acción diurética y por lo tanto depurativa, mejorando la hipertensión, gota, cálculos renales o retención de líquidos (Castro-Torres *et al.*, 2013).

2.3 Insectos plaga en el cultivo de rabanito

A pesar de que el cultivo de rabanito presente un ciclo corto también es atacado por diversos insectos plaga entre los cuales tenemos de acuerdo a su importancia los siguientes:

2.3.1 Palomilla dorso de diamante *Plutella xylostella*

Es un insecto que afecta los cultivos de crucíferas, particularmente col, coliflor, brócoli y rabanito, los daños son causados por larvas jóvenes son pequeños hoyos incompletos, en tanto que las larvas maduras causan hoyos grandes completos. (Ruíz, *et al.*, 2013)

2.3.2 Gusano medidor *Trichoplusia ni*

Este individuo es considerado como plaga ya que se alimenta de una gran variedad de plantas cultivadas de la familia de las Crucíferas (rabanito), se encuentra alimentándose del follaje, donde en los primeros tres instares se alimenta de la parte inferior, mientras que en el quinto y cuarto estado larval es voraz dejando grandes agujeros (Capinera, 1999).

2.3.3 Gusano cortador *Agrotis segetum*

CABI, (2000) menciona que *A. segetum* es una plaga polífaga que ataca plantas cultivadas pertenecientes a más de 15 familias entre las cuales se encuentran los cultivos de *Raphanus sativus*, *Papaver somniferum*, *Brassica napus*, *Hevea brasiliensis*, *Oryza sativa*, *Secale cereale*, *Sesamum indicum*. Los daños ocasionados son en hojas, tallos y raíces, en plantas jóvenes estos daños son fuertes al alimentarse de las raíces (Kranz, *et al.*, 1982).

2.3.4 Gusano soldado *Mythimna unipuncta*

Esta especie ocasiona pérdidas importantes en varias hortalizas como el ají, pimiento, tomate, coliflor entre otras (Cañedo *et al.*, 2011). Las larvas se alimentan de los órganos de las plantas que están en contacto con el suelo, cortan plántulas, consumen follaje, fruto y pueden dañar las raíces, cuando la infestación es fuerte,

puede devorar las plantas totalmente y migrar como un ejército en busca de otras plantas (CESAVEG, 2008) como alfalfa y rabanito (Capinera, 2013).

2.3.5 Pulgón *Brevicoryne brassicae*

Este organismo se alimenta de todas las plantas crucíferas cultivadas y silvestres, aunque también se encuentran otras especies como *Myzus persicae* y *Macrosiphum euphorbiae* en los cultivos de lechuga, brócoli, col coliflor, nabo y rabanito (Ruíz, *et al.*, 2013). Los daños son al succionar la savia de las hojas cuyas características son que presentan un moteado clorótico, amarillamiento, manchas bronceadas y encrespamiento de hojas ocasionando deformaciones de los tejidos infestados, cuando existen infestaciones altas produce pérdidas de calidad de la cosecha, reduce el crecimiento producen (Hines and Hutchison, 2013).

2.3.6 Chapulines

Los chapulines son plagas agrícolas importantes en todo el mundo, en México se conocen unas 920 especies, de las cuales más de 12 presentan ocasionalmente brotes poblacionales y causan daño de importancia económica a cultivos básicos, industriales, frutales y ornamentales (Barrientos-Lozano and Almaguer-Sierra, 2009).

Entre las especies más comunes y de mayor importancia en México son: *Melanoplus spp*, *Sphenarium mexicanum*, *Sphenarium purpurascens*, *Brachystola magna* y *Taeniopoda eques*, localizadas en el Altiplano y Norte donde infestan una superficie de 300, 000 ha aproximadamente. De acuerdo con la Dirección de Sanidad Vegetal de México, los estados más afectados son: Aguascalientes, Chihuahua, Coahuila, Estado de México, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Michoacán, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas, estimando las pérdidas entre un 20 y 30% de la producción (Mariño *et al.*, 2011). Quijano, 2012; menciona que también se han reportado en los estados de Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Jalisco, Nayarit, D. F., Morelos, Colima y Tabasco (Figura 1).

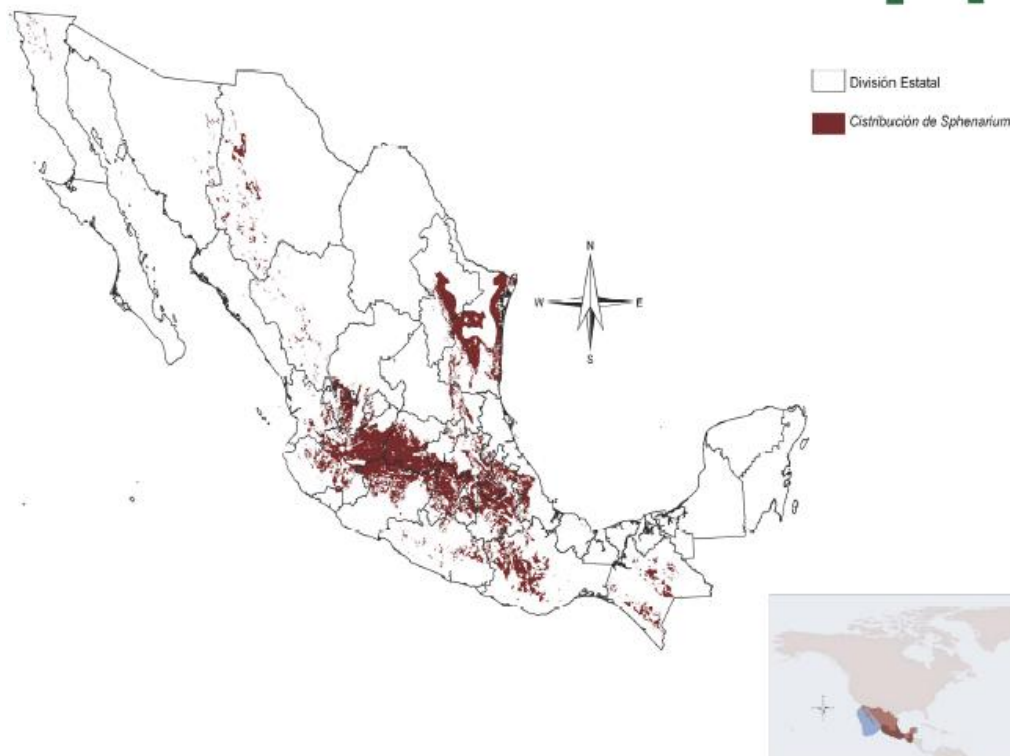


Figura 1. Distribución geográfica del *S. purpurascens*) en México.

En lo que respecta al estado de Puebla *S. purpurascens*, *Melanoplus* spp y *brachystola*, se encuentran en mayor proporción en los municipios de: San Nicolas de los Ranchos, San Martin Texmelucan, Tlaltenango, Huejotzingo, Tepeaca, San Andres Calpan, San Salvador el Verde, Nealtican, Acajete, Tecali de Herrera, Tianguismanalco, Tecuinapan, Huejotzingo, San Felipe Teotlalcingo, San Matias Tlalancaleca, Soltepec, Cuautinchan, entreo otros (CESAVEP, 2011)

Los factores que originan las explosiones poblacionales de chapulines están asociados principalmente al clima: largos períodos de sequía continuados de lluvias abundantes o precipitación acrecentada por años consecutivos, causando explosiones de ortópteros plaga (Lomer et al., 2001).

Cambio climático: Los insectos plaga inician con la discusión del triángulo epidemiológico que tiene como pilares al hospedero (cultivo), la plaga y el ambiente, que deben estar presentes e interactuar para que una plaga subsista. La alteración de cualquiera de los tres factores provoca la aparición de un brote o epidemia (Contreras and Galindo, 2014). El incremento de estos organismos y sus afectaciones, como es el caso de los chapulines, está grandemente influenciado por diversos factores, así como en las relaciones tróficas con sus enemigos naturales y plantas hospedantes, entre los cuales la temperatura, la humedad relativa y el fotoperiodo son fundamentales (Marco, 2001), por ejemplo, cuando en una zona templada aumenta la temperatura por periodos prolongados también aumenta la vulnerabilidad de los cultivos a ser atacados por patógenos, ya que se presentan las condiciones favorables para su crecimiento y reproducción. Asimismo, en lugares normalmente secos donde se presentan lluvias fuera de temporada o donde éstas se prolongan, favorecen el desarrollo de patógenos con altos requerimientos de humedad (SINAFEV, 2009). El incremento en las temperaturas afecta tanto a los insectos defoliadores como a las plantas, en ambos casos adelantando la fenología y acelerando el metabolismo, pero si la respuesta a ese cambio es más rápida en uno de los interactores, el otro tendrá problemas. Si la planta crece más rápido, los defoliadores encontrarán tejidos más duros para comer en sus fases iniciales de desarrollo, y habitualmente perecerán; si, por el contrario, el insecto responde más rápidamente, las fases iniciales de su desarrollo encontrarán tejidos vegetales poco endurecidos y desarrollados, sobrevivirán bien e infligirán graves daños a las plantas (Hodar *et al*, 2012). Es por ello que en el estado de Puebla se ha encontrado que *S. purpurascens* es la especie que causa daños severos en diferentes cultivos, encontrándose en la periferia de la parcela donde espera a que las plántulas salgan, sin embargo también se ha encontrado en algunos casos sobre la producción de la cual se alimenta (Pérez-Torres 2014 información personal).

2.3.6.1 Clasificación taxonómica de *S. purpurascens* (Charpentier 1841-45) de acuerdo con Anaya *et al.*, 2000.

Reino: Animal

Phyllum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Orthoptera

Suborden: Caelifera

Superfamilia: Acridoidea

Familia: Pygomorphidae

Género: *Sphenarium*

Especie *S. purpurascens*

2.3.6.2 Morfología

Sphenarium purpurascens perteneciente al Orden Orthoptera, Familia Pygomorphidae (Figura 2). Es un insecto que se caracteriza por que el adulto su cuerpo es robusto, aguzado hacia los extremos anterior y posterior (fusiforme) no presentan alas o solamente son vestigiales (braquípteros), son de coloración variable que van de pardo oscuro a verde olivo brillante con manchas negras en todo el cuerpo y el pronoto tiene forma de silla de montar, éste es convexo, las alas llegan a alcanzar los tímpanos del primer segmento abdominal. Los machos, generalmente son más delgados que las hembras, miden 2.075 ± 0.17 cm de largo por 0.78 ± 0.7 cm en su parte más ancha. Los ojos son muy prominentes en relación al tamaño de la cabeza que es de forma triangular; las antenas se observan más alargadas que en las hembras y constan de 14 artejos, las patas son más robustas, los femorales de los tres pares están engrosados, siendo más notorios los del tercer par, en la cara externa de las tibias se observan dos hileras de espinas que se engrosan de la parte basal a la distal, al final de cada hilera de espinas se localizan dos espolones. La parte distal de cada tibia se presenta de color pardo oscuro y aunque la coloración de las patas varía mucho en tonalidades, mantiene el patrón ya mencionado (Serrano y Ramos, 1990). Existen dos variantes de machos de acuerdo a la forma del abdomen: en algunos individuos se presenta una elongación del mismo en

comparación de otros y este carácter se manifiesta en todos los intervalos de tamaño (Cueva, 1994). Las hembras se distinguen por su tamaño y coloración es más robustas debido al ensanchamiento del meso y metatórax, miden 2.10 ± 0.19 cm de largo por 0.83 ± 0.09 cm. en su parte más ancha; la coloración es más constante, la mayoría de individuos son de color verde brillante y sin manchas, cuando las hembras han ovipositado sufren cambio de coloración de verde a pardo. La cabeza es más ancha que larga, los ojos son más pequeños y las antenas se notan más cortas que en el macho aunque también constan de 14 artejos; las patas son más gráciles y los femorales son menos desarrollados que los de los machos (Serrano y Ramos 1990; Anaya y Romero, 1999; Anaya *et al.*, 2000).



Figura 2. *Sphenarium purpurascens* (Charpentier 1841-45)

2.3.6.3 Ciclo de vida

El ciclo de vida del chapulín *S. purpurascens* se realiza en un término de 86.4 días, a partir de que eclosionan los huevos hasta la emergencia del adulto, cuya longevidad es de 86.4 días; siendo el tiempo de incubación de los huevos de 166 días; el total del ciclo es de 252.4 días. Por este hecho se considera que su ciclo de vida va de Mayo a Diciembre presentando una diapausa de cuatro meses en el estado de huevo; las primeras ninfa, en condiciones naturales se encuentran entre los meses de Mayo a Junio, y los adultos abundan entre los meses de Septiembre a Noviembre (Serrano y Ramos, 1990).

2.3.6.4 Daños

Sphenarium purpurascens es considerado como el herbívoro de mayor importancia, debido al gran tamaño que alcanzan sus poblaciones, en la Reserva del Pedregal

representó el 52.4% de la biomasa seca total de artrópodos epífitos y este valor se incrementó al 95% en octubre del mismo año (Rios-Casanova, 1993; Rios-Casanova y Cano-Santana, 1994).

Esta plaga es responsable de los altos niveles de daños en diferentes cultivos de mayor importancia en maíz, frijol, alfalfa, calabaza y pastos, causando defoliaciones parciales o totales independientemente del desarrollo vegetativo del cultivo; su rango de hospederos incluye además de cultivos agrícolas, una gran variedad de plantas silvestres (Anaya y Navarro, 1998; Hernández, 1998; Guzmán, 1999). El daño es causado por ninfas y adultos.

También se ha reportado de altos niveles de daños florales y foliares que experimentan varias plantas como resultado de su actividad alimentaria. Por ejemplo, en un periodo de 40 días, los niveles de remoción floral fueron del 9.9% en *Montanoa tomentosa* y hasta un 29.5% en *Salvia mexicana* (Oyama *et al.*, 1994). Asimismo, sus altas preferencias hacia cabezuelas de *Cosmos bipinnatus*, *Dahlia coccinea* y *Verbesina virgata* abaten el potencial reproductivo de estas especies (Anaya y Romero, 1999).

Quijano 2012, indica que *S. purpurascens* es un insecto polífago, se alimenta del follaje de los cultivos (maíz, frijol, calabaza, haba, garbanzo, sorgo, alfalfa, cebada, avena) y también de especies silvestres como pastizales (pasto bermuda, pasto estrella, pasto navajita, pasto banderita, pasto pangola, pasto guinea) y árboles en potreros y agostaderos.

Aragón y Tapia, 2009 reporta que *S. purpurascens* ocasiona graves daños en el cultivo de amaranto al alimentarse del follaje y cuando las poblaciones son altas (más de 15 insectos por planta), llegan a consumir la totalidad del follaje, en caso de no ser controlados ocasionan una pérdida importante en la producción dañando alrededor del 23% de las plantas.

Los chapulines pueden consumir de 6-12% del forraje disponible y en ocasiones hasta el 100%. Estudios muestran que pueden consumir aproximadamente el 50% de su peso, en materia verde por día. Una densidad de población de 7-8 chapulines/m², en una superficie de cuatro ha, consume la misma cantidad de forraje por día que una vaca (Barrientos-Lozano and Almaguer-Sierra, 2009).

En Chiautla de Tapia, Puebla, Pérez-Torres *et al.*, 2009, encontraron que esta especie es la más importante el cultivo de jamaica ocasionando el mayor daño en el follaje, durante los meses de agosto a octubre; los daños más fuertes se observaron cuando la planta alcanzó una altura de 50 cm. En infestaciones fuertes se encontraron hasta 11 individuos por planta, población que puede llegar a causar una defoliación total y afectar severamente al cultivo.

2.5 Método de control

Un método de control de insectos, es cualquier acción que se efectúe para disminuir la densidad de una población plaga que este causando el daño y que por lo tanto exista una disminución en la producción; por lo que existe una gran cantidad de técnicas que se utilizan para controlar los insectos plaga presentando grandes ventajas y desventajas; por lo que se deben de seleccionar cuidadosamente para utilizar sus ventajas, o evitar en lo posible las desventajas en el ecológicas Entre los principales métodos de control se encuentran: (Rodríguez, 1989).

2.5.1 Control químico

El control químico es a la fecha la manera más rápida y efectiva de reducir las poblaciones de chapulines cuando ocurre una explosión poblacional, sin embargo, los costos ambientales y daño a los ecosistemas pueden ser muy altos, sobre todo cuando se asperjan en áreas extensas (Lozano *et al.*, 2005). Sin embargo existen algunos lugares con antecedentes de ataque por chapulines, donde mencionan que cuando existen desde cinco chapulines/m² será necesario realizar aplicaciones con azinfós metílico, carbarilo, endosulfán, fentión, malatión, metamidofós, paratión metílico y endosulfán+paratión metílico (SAGARPA, 2000).

Anaya *et al.* en el 2000, comenta que entre los productos autorizados por la comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas Fertilizantes y Sustancias Químicas (CICOPLAFEST) son Carbanil 80% (1-1.5Kg/Ha), Clorpirifos 40% (0.5-1L/Ha), Diazinon (20-25 Kg/Ha), Malation 50%(1L/Ha), Metomilo 90% (0.3 Kg/Ha) y Paration metílico 50% (1l/Ha)

Figuroa, (2011), reporta que para el control de chapulín en Ocoyucan, Puebla es por medio de químico utilizando los insecticidas Paratión Metílico®, Metamidofos®, Monocrotophos®, Terbufos (15 %), Counter® FC 15 G, granulado, o el Metomilo (90 %, Lannate®, polvo soluble, Dupont.)

2.5.2 Control cultural

Es uno de los métodos más antiguos en la protección de los cultivos es el control cultural aquí se incluyen prácticas que permitan un ambiente desfavorable para una plaga, las practicas más comunes son: rotaciones y asociaciones de cultivo, manejo de densidades, fechas de siembra, manejo de riegos o aspersiones de agua, provisión de refugios y eliminación de malezas; esta es una de las actividades claves en un programa de Manejo Integrado de Plagas, ya que muchas malezas son reservorios de plagas y agentes causales de enfermedades, por lo tanto eliminar la fuente de infección reduce en forma importante el riesgo de tener plagas en nuestro cultivo (Estay, 2001).

Es recomendable destruir los desechos de cosecha, limpiar los bordos y las orillas de los canales de riego y rastrear o barbechar los terrenos después de la cosecha, esto expone a los huevos a los efectos del clima y enemigos naturales. Además destruyen huevecillos invernantes y eliminan malezas y otros hospederos (Mialma, 1995; Guzmán, 1999).

En algunas regiones, los chapulines del cuarto instar son utilizados para el consumo humano considerándose esta acción como control mecánico (Méndez, 1992; Guzmán, 1999).

2.5.3 Control con extractos vegetales

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 metabolitos 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).

Las plantas producen una diversidad de metabolitos secundarios con muchas funciones, tales como de defensa contra herbívoros, enfermedades y parásitos (Cowan, 1999; Pieters y Vlietinck, 2005).

Estos productos químicos de plantas poseen estructuras químicas complejas que no están disponibles como compuestos sintéticos. Se estima cerca de 250 000 especies de plantas en el mundo y solo el 5-15% de estas especies han sido probadas para la búsqueda de compuestos biológicamente activos potencialmente útiles (Pieters y Vlietinck, 2005; McGaw *et al.*, 2008).

En América Central la disponibilidad de estos productos es muy limitada y los pocos productos que se consiguen son importados. Los productos a base de extractos vegetales presentan sustancias activas o mezclas de sustancias de origen químico o biológico utilizadas para disminuir, prevenir, controlar, regular o repeler la acción de organismos que son plagas en cultivos de importancia agrícola (Duran, 2002), más no para eliminar los insectos plaga sino para controlarlos reduciendo su forma de alimentación principalmente al proteger el cultivo que nos interesa o cambiándole su sabor, así como repeler al organismo de nuestros cultivos, de la misma forma se busca que este tipo de control sea una alternativa viable de bajos costos para los productores de escasos recursos, además su uso es compatible con los métodos agroecológicos que ayudan a cuidar el ambiente.

2.6 Antecedentes de los extractos vegetales a evaluar

Las especies vegetales en extractos acuosos evaluados en este trabajo, fueron seleccionadas debido a que han mostrado diferentes actividad contra insectos plaga a nivel de laboratorio, invernadero y campo (repelentes, antialimentarias e insecticidas), sin embargo no existen antecedentes de los efectos de estas plantas sobre el chapulín *S. purpurascens*

2.6.1 Hierba del perro (*Psacaliopsis purpusii*).

2.6.1.1 Descripción botánica y distribución geográfica

Psacaliopsis purpusii (Greenm.) H. Rob. & Brettell, (Compositae), es una planta herbácea, perenne, escaposa, con hojas palmado-lobuladas y con la presencia de pelos en el haz y enves, principalmente en las nervaduras (Figura 3). Las flores liguladas son amarillas, en tanto que las flores del disco presentan vilano de numerosas cerdas finas. Involucro sencillo y con cálculo (Hind y Beentje, 1996).



Figura 3. Follaje y flor de la hierba del perro (*Psacaliopsis purpusii*)

Esta especie es endémica de México, restringida a la Mixteca Alta. Es una hierba que crece en bosques de *Pinus* y *Quercus* con diversos tipos de matorrales y pequeñas áreas con bosque tropical caducifolio y bosque mesófilo de montaña. Se le

ha colectado en los municipios de Tepescolula, Oaxaca y Caltepec, Puebla (García *et al.*, 1994).

Los habitantes de la localidad de Cuautinchan, Chachapa y San José “El Aguacate”, Puebla; procuran eliminar esta planta de los lugares donde llevan a pastar el ganado o sus animales de carga, para evitar que se intoxiquen y mueran al consumirla. También se indica que las hojas son un efectivo veneno para los perros, de donde se origina el nombre común hierba del perro (Aragón, información personal, 2014)¹.

2.6.1.2 Composición química

Estudios previos han demostrado que los metabolitos secundarios más característicos de la tribu son los alcaloides pirrolizidínicos y los sesquiterpenos con esqueletos de eremofilano y de oplopano. Entre los tres tipos de metabolitos mencionados son los alcaloides los que poseen las actividades más impresionantes, muchos de ellos son altamente tóxicos (Romo *et al.*, 2004).

2.6.1.3 Actividad contra insectos

Aragón *et al.* (2003a) utilizaron las hojas de *P. purpusii*, en polvo (seco y fresco) al 15%, y lo aplicaron a la semilla de maíz antes de la siembra donde se observó que disminuyó el daño en las larvas de *Phyllophaga ravidia* en condiciones de invernadero, lo que provocó un aumento del diámetro en un 19.6% y 23.5%, altura del tallo 31% y 47% y el peso de la raíz 73.3% y 53.3% con respecto al testigo.

El extracto acuoso al 5% de forma macerada contra adultos de *Thrips tabaci* mostraron a las 24 horas mayor repelencia con respecto al testigo del 49% (Durán 2007).

¹ Aragón G. A. 2014. Laboratorio de Entomología. Centro de Agroecología del Instituto de Ciencias de la BUAP. Puebla, Pue, México.

A nivel laboratorio Escobar, 2007 realizó estudios con extractos hexánico, acetónico e hidro-etanólico utilizando las hojas de *P. purpusii* encontrando una alta actividad antialimentaria sobre larvas de *Spodoptera exigua* para los índices de ID e IS de la alimentación en un 49.0, 51.7 y 41.0% a comparación con el testigo.

Aragón y Tapia, 2009; recomiendan que para el control de plagas del follaje en amaranto a nivel campo es recomendable aplicar el extracto acuoso de la planta conocida como hierba del perro (*P. purpusii*) a una concentración del 3%, realizando un total de seis aplicaciones o también se pueden realizar aplicaciones alternadas con jabón neutro de pastilla.

2.6.2 Chicalote (*Argemone mexicana*)

2.6.2.1 Descripción botánica y distribución geográfica

El Chicalote (*A. mexicana* L.) Papaveraceae (Figura 4), es una planta herbácea anual de 50 a 70 cm de altura, con hojas espinosas de color verde grisáceo, tallos ramosos con espinas; flores de pétalos blancos, generalmente seis y frutos en forma de cápsula espinosa y con numerosas semillas (Aguilar y Zolla, 1982). Su tallo contiene un látex lechoso amarillento. Las hojas y el tallo contienen pequeña cantidad de sustancia análoga a la morfina, esta sustancia se encuentra en mayor cantidad en las capsulas verdes (Ávila, 2009).

Argemone mexicana es nativa de México y la India, pero se ha convertido en pantropical después de la introducción accidental como planta ornamental. Se ha naturalizado en la mayoría de los países africanos, desde Cabo Verde al este de Somalia y al sur con Sudáfrica (Bosch, 2007)

Bruneton (2001) menciona, que es una planta característica de paisaje de diferentesn regiones cálidos de nuestro país. Se distribuye en diferentes estados como: Chihuahua, Durango, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, y Puebla. De acuerdo al lugar donde se encuentran, al Chicalote se le conoce de varias maneras como son: Cardo, Cardo reina, Cardolechero, Cardosanto, Carmensanto, Chacalota,

Chicale, Chicalote blanco, Chichilot (nahuatl), Chocolata, Espina blanca, Guechinichi (zapoteco), Kix-kanlol (maya), San Pedro Agats, Sathe (tarasco), Tachina, Tlapa, Xate (De Poll, 1998).



Figura 4. Planta de chicalote (*Argemone mexicana*)

2.6.2.2 Composición química

Los componentes químicos son la protopina, berberina y diversas isoquilinas, los cuales son metabolitos secundarios considerados como alcaloides derivados de la fenilalanina y de la tirosina. La berberina posee actividad bacteriostática y bactericida, fungicida, antiviral y antiprotozoaria. Estudios recientes han demostrado además que inhibe la actividad de la COX-2 a través de una inhibición de sus factores de transcripción, proponiendo esta inhibición como mecanismo de acción para su actividad antiinflamatoria y antitumoral. La estructura química de la molécula de protopina posee propiedades antihistamínicas, hipotensoras y a dosis bajas, sedantes. Sin embargo, a dosis elevadas puede ser excitante y convulsionante y se considera antibacteriana (Carretero, 2001).

2.6.2.3 Actividad insecticida

Ibarra y Jiménez (1992) evaluaron el efecto de dos plantas *Ricinus communis* L y *Agemone mexicana* L., para el combate de la conchuela de frijol *Epilachna varivestis*, estas plantas las probaron en fresco y en seco al 3%, siendo *A. mexicana* el extracto vegetal en estado seco resultó favorable para los tres parámetros evaluados (plantas infestadas, daño foliar y la producción) disminuyendo el porcentaje de infestación en la sexta aplicación con respecto al testigo en un 53.3%, elevando la producción en un 53.7% respectivamente.

Aragón y López (1994), reportaron el efecto de la aplicación del polvo de *A. mexicana* al 0.5, 1.0 y 1.5% en mazorcas de maíz almacenado a nivel laboratorio sobre la mortalidad y emergencia de la palomilla del maíz *Sitotroga cerealella* (Oliver) y el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* (Motsch), así como la pérdida de peso que ocasionan; la mejor concentración fue al 1.5% ocasionando el 71% de mortalidad, la infección de grano del 18.48% y la pérdida de peso del 5.27%.

De Poll (1998) cita que *A. mexicana* se ha utilizado para el combate de plagas por insectos, debido a los compuestos tóxicos contenidos en la semilla, obteniendo un aceite para controlar la hormiga blanca y el barrenillo. El extracto acuoso de la planta es tóxico a altas concentraciones para *Alternaria tenuis*, *Helminthosporium* sp., *D. koenigii*, *Spodoptera litura* (plagas del algodón), *Sitophilus oryzae* (gorgojo del maíz), *Lipaphis erysimi* (plaga de caña), *Meloidogyne incognita* y *Meloidogyne javanica*.

Pérez-Torres (2002), probó tres tratamientos para el control de plagas a base de extractos vegetales a una concentración del 3%, aplicados una vez por semana, con un total de seis aplicaciones; presentando la mayor producción de amaranto con el extracto de chicalote (*Argemone mexicana*), incrementando la producción con respecto al testigo en un 36.95%.

Los extractos acuosos de esta planta *A. mexicana* al 5 y 2.5% contra larvas de *Aedes aegypti* provocó 91.8 y 73.8% de mortalidad respectivamente (Pérez y Cortes, 2006).

Aragón y Tapia (2009), evaluaron la aplicación de cuatro extractos vegetales entre los cuales se utilizaron las plantas de *P. purpusii* y *Agemone mexicana* para el control de plagas del *Amaranthus hypochondriacus* a nivel campo, en donde reporta que al aplicar estos tratamientos no dejan residuos peligrosos, no contaminan ni al ambiente ni a los alimentos y no mata a los insectos benéficos.

En el municipio de Tochimilco, Puebla se realizó el control de plagas en el cultivo de amaranto donde se probaron cinco tratamientos encontrando que el tratamiento a base de chicalote más higuera y chile reduce el daño por insectos en un 5.75%, encontrando infestaciones menores del 39.5% y su rendimiento alcanzó una producción del 1,423.2 toneladas de semilla de amaranto con respecto al testigo que fue mayor (Pérez-Torres, 2012).

Vázquez, 2013 realizó bioensayos en campo del chicalote combinada con chile y *Bauveria bassiana* encontrando que mostro un menor porcentaje de daño de chapulín al cultivo de amaranto por lo tanto encontró infestaciones menores así como una mejor producción de semilla de amaranto en el municipio de Tochimilco, Puebla.

2.6.3 Casal

El casal es un insecticida que se ha reportado como eficiente para el manejo de plagas de áfidos, escamas en tomate, tortuguillas y hasta para el mal de las hilachas en el frijol (mustia, hilachoza o pudrición) (Bautista, 2009; Valverde, 2010).

III. JUSTIFICACIÓN

El chapulín es considerado como una de las plagas más importantes que afectan los cultivos agrícolas en el país. En el municipio de Tepeaca es un gran problema por las altas pérdidas económicas que son cuantiosas y la casi nula capacitación técnica de los agricultores para el control de la misma, esto nos da como resultado un ineficiente sistema de control para el chapulín; no obstante la aplicación de insecticidas en las parcelas de forma inmoderada da como resultado la contaminación en las plantas, aire, suelo, agua, provocando en el chapulín resistencia ante los productos químicos que se le aplicaron, obligando que los productos sean con el tiempo más concentrados en el activo de control. Como ejemplo tenemos que en México se utilizan 60% de los veintidós plaguicidas considerados como dañinos para la salud y el medio ambiente, de los cuales 42 % son fabricados en el país, por otro lado en Estados Unidos han sido restringidos alrededor de 90 plaguicidas, de los cuales 30 son utilizados en México (Huerta *et al.*, 2014), siendo aplicados en el estado de Puebla a cultivos de chile poblano Huerta *et al.* (2007), maíz, gramíneas, hortalizas, ornamentales, haba, leguminosas (Anaya *et al.* 2000). En el año 2011, la superficie afectada por esta plaga fue de 23,557 hectareas, reportadas en los estados de Chihuahua, Guanajuato, Puebla, Queretaro y Tlaxcala, (Quijano, 2012).

En base a esto se buscan alternativas para poder controlar esta plaga de forma segura, natural, y sin provocar daños a la salud humana. Por lo que se propuso el uso de extractos vegetales, el cual no produce altos costos y son efectivos en plagas, dando un impacto en la producción de cultivos y no afectando al ambiente.

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general.

Definir tratamientos no químicos para controlar el daño que ocasiona el chapulín (*Sphenarium purpurascens* (Charpentier)) en el cultivo de rabanito (*Raphanus sativus* L.) en el municipio de Tepeaca, Puebla.

4.2 Objetivos particulares

- 1) Estimar el porcentaje de daño que ocasiona *Sphenarium purpurascens* en el cultivo de rabanito cuando es tratado con cuatro extractos de plantas el municipio de Tepeaca, Puebla.
- 2) Definir el mejor tratamiento como un método alternativo de control para incrementar la producción inocua de rabanito.

V. HIPÓTESIS

Con la aplicación de los tratamientos a base de productos naturales al menos uno reducirá significativamente ($p \leq 0.05$) los daños en un 50% en la planta de rabanito con respecto al testigo ocasionados por el chapulín *S. purpurascens* y por ende se incrementará la producción.

VI. ZONA DE ESTUDIO

El trabajo de investigación se llevó a cabo en una parcela en el municipio de Tepeaca, Puebla. Su nombre proviene de una alteración castellana de Tepeyacac, compuesto de las voces náhuatl Tepetl: Cerro - piedra y Yacat: nariz o punta; significa " En la Punta o Principios de los Cerros". (INAFED, 2010)

El municipio de Tepeaca se localiza en la parte central del Estado de Puebla (Figura 5). Se encuentra entre los paralelos $18^{\circ} 55'$ y $19^{\circ} 08'$ de latitud norte; los meridianos $97^{\circ} 48'$ y $97^{\circ} 58'$ de longitud oeste; altitud entre 2 080 y 2 860 m. Colinda al norte con los municipios de Acajete, y Nopalucan; al este con los municipios de Nopalucan, Acatzingo, Los Reyes de Juárez y Cuapiaxtla de Madero; al sur con los municipios de Cuapiaxtla de Madero, Santo Tomas Hueyotlipan, Mixtla y Tecali de Herrera; al oeste con los municipios de Tecali de Herrera, Cuautinchán y Acajete (INEGI, 2009).

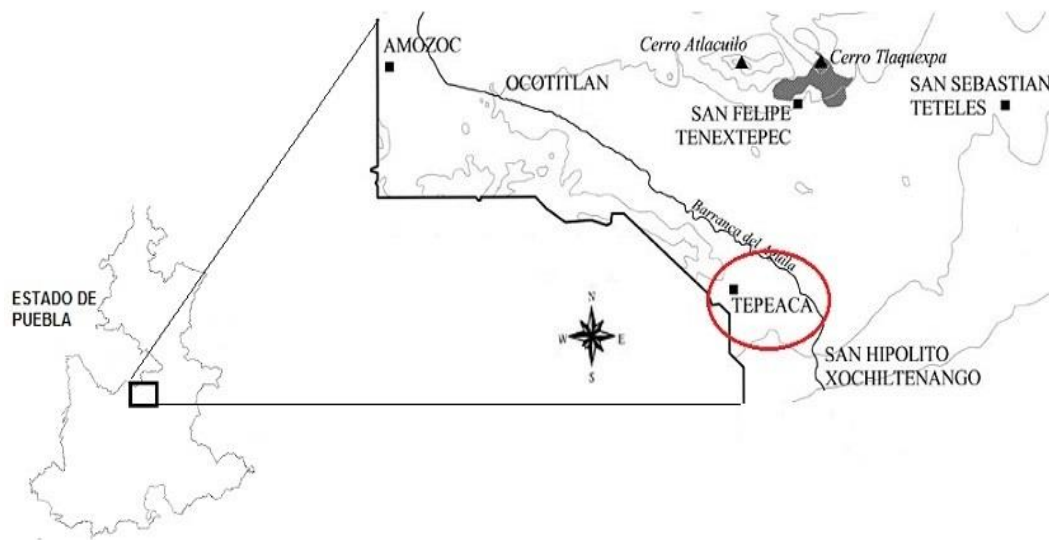


Figura 5. Mapa del municipio de Tepeaca, Puebla; donde se llevó a cabo el trabajo experimental para el control de chapulín *Sphenarium purpurascens*.

El Valle de Tepeaca presenta un solo clima: templado subhúmedo con lluvias en verano.

Dentro del ecosistema que presenta tenemos que existe pastizal inducido al pie de la sierra de Amozoc y de las zonas montañosas del norte. El conjunto de cerros que atraviesa el norte, presentan matorral desértico rosetófilo asociado a vegetación secundaria, así como bosques de pino y asociaciones de pino-encino. (INEGI, 2009).

En cuanto a sus características y uso de suelo este municipio se identifica porque presenta cuatro grupos. Cambisol: que es el suelo predominante; ocupa la zona sur del municipio y algunas áreas dispersas del norte; presenta fase dúrica (Tepetate a menos de 50 centímetros de profundidad). Litosol: se localiza en la sierra de Amozoc y en los cerros Encinos Grandes. Fluvisol: ocupa una angosta franja que cruza el centro del municipio de este a oeste; presenta fase gravosa (fragmentos de roca o tepetate menores de 7.5 centímetros de diámetro en el suelo). Feozem: se identifican en una extensa zona del centro y noreste del municipio. Existen grandes áreas dedicadas a la Agricultura de riego y temporal, que constituyen la mayor parte del territorio municipal; las zonas de riego, que forman parte de las extensas áreas de regadío del valle de Tepeaca, se concentran al sur. Las áreas temporales cubren el centro y noreste del municipio (INAFED, 2009).

VII. METODOLOGÍA

7. 1 CONTROL DE LA PLAGA DE CHAPULIN (*Sphenarium purpurascens*) CON PRODUCTOS NATURALES

7.1.1 Búsqueda de productos naturales para el control del chapulín

Existe una infinidad de recetas sobre insecticidas botánicos o extractos vegetales con diferentes partes de las plantas o mezclas de la mismas, por lo que es difícil encontrar la planta apropiada para realizar el control de plagas de los diferentes cultivos, debido a múltiples características que presentan como: los principios o ingredientes activos, la dosis empleada o el efecto que tiene sobre el insecto (repelente, atrayente, insecticida, inhibidor etc), pero sobre todo se busca seleccionar plantas que se encuentren en la zona donde se está realizando el control, pues existen algunas plantas que presentan propiedades de importancia para su uso como bioinsecticida y han arrojado buenos resultados; sin embargo los recursos económicos de algunos agricultores limita su recolección debido a que se encuentran lejos de donde ellos habitan, por lo que se realizó una búsqueda de plantas de la zona de estudio y que pueden ser útiles para disminuir los daños del chapulín en el cultivo de rabanito.

El conocimiento de las propiedades medicinales, repelentes, insecticidas y culturales que poseen los habitantes de las zonas rurales sobre las plantas es amplio, debido a que es una forma de curarse y protegerse, estas prácticas son heredadas por su familia y han mencionado que existen plantas que presentan daños de ciertas plagas, mientras que otras se mantienen sanas debido a los principios activos que poseen.

7.1.2 Criterios para la selección de las plantas

Los criterios que se tomaron en cuenta para seleccionar las plantas que se utilizaron en el presente trabajo fueron:

- a) Que presenten algunas propiedades como puede ser medicinal, antiparasitario, aromática, amarga, jabonosa o tóxica, debido a que se ha observado que plantas con estas propiedades pueden resultar prometedoras para el combate de plagas agrícolas.
- b) Que sea fácil de coleccionar en el campo y que no implique gastos económicos elevados para los agricultores.
- c) Que se encuentre dentro de la zona de estudios y sea abundante; siendo estas plantas la hierba del perro *Psacaliopsis purpusii* y Chicalote *Argemone mexicana* L., ya que de resultar efectiva estarían disponibles para ser utilizadas por los productores.

7.1.3 Colecta de las plantas

En el municipio de Cuahutinchán, Puebla, se recolectaron las plantas *Psacaliopsis purpusii* conocida como “hierba del perro” y la planta de *Argemone Mexicana* “Chicalote” fue proporcionada por el Dr. Agustín Aragón García en el laboratorio de entomología del Centro de Agroecología de la BUAP, los cuales se utilizaron para el control de las plagas del follaje en el cultivo de rabanito.

En el caso de *P. purpusii* se colectó cuando la planta se encontraba en etapa de floración, esto sucede entre los meses de abril a julio por lo que la recolecta se realizó en el mes de mayo de esta planta se colectó el follaje y flor. La colecta se efectuó a cabo con la ayuda de un machete, tijeras y guantes de carnaza; posteriormente se guardaron en costales de material sintético debidamente etiquetados para su secado.

7.1.4 Secado y molienda del material vegetal

El material vegetal se llevó al Laboratorio de Entomología del CENAGRO- BUAP donde se colocó sobre papel estrasa y se dejaron secar a la sombra, durante un periodo de 20 a 25 días hasta su deshidratación total; durante el transcurso de este tiempo se voltearon las plantas lo más homogéneamente posible cada tercer día,

además el papel estrasa también se volteo de forma regular con el fin de evitar un microclima propicio para microorganismos.

El material vegetal ya seco se molió con un molino eléctrico y el producto resultante se pasó por un tamiz de malla del número 30, para obtener un polvo fino y eliminar las impurezas y partículas gruesas. El polvo se conservó en bolsas de papel debidamente rotulados y se guardaron en un lugar oscuro y fresco hasta su utilización.

7.2 ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO

7.2.1 Selección, siembra y aclareo del cultivo en la parcela experimental

Para evaluar el efecto de los tratamientos sobre el control del chapulín se seleccionó una parcela para realizar la investigación con el hecho de no aplicar insecticida y/o fungicida en el área de estudio, donde se llevaron a cabo las labores agrícolas que se realizan tradicionalmente para la siembra del cultivo de rabanito siendo barbecho, rastra y surcado.

La siembra se realizó en el mes de octubre con semilla de la variedad “rabanito bolita”, se esparció la semilla de forma que quedara distribuida homogéneamente, para esto, se realizó de forma manual, tomando en cuenta que después se pasó la yunta para marcar surcos. Se regó con agua la parcela a los siete días de haber sembrado la semilla y cuando la planta alcanzó una altura de 10 cm (14 días después de la siembra) se llevó a cabo el aclareo que consistió en dejar únicamente cinco plantas por mata eliminando las plantas restantes.

7.2.2 Tratamientos y diseño experimental

La parcela seleccionada en la comunidad de Tepeaca, Puebla, midió 25 m de largo por 10 m de ancho, con una superficie total de 250 m², en la cual se estableció un experimento bajo un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones y cuatro tratamientos (Cuadro 1). Los tratamientos fueron obtenidos de las dos plantas seleccionadas, un tratamiento conocido como CASAL y el testigo que

consistió en aplicar solamente agua. La distribución de los tratamientos en las unidades experimentales se muestra en la Figura 6, en este diagrama, los números dentro de cada celda (unidad experimental), corresponden a los tratamientos del acuerdo al Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos utilizados para el control de chapulín en el cultivo de rabanito en el municipio de Tepeaca, Puebla.

No. de Tratamiento	Nombre común	Nombre científico	Parte de la planta usada
1	Hierba del perro	<i>Psacaliopsis purpusii</i>	Follaje y fruto
2	Chicalote	<i>Argemone mexicana</i>	Follaje y fruto
3	Casal		
4	Testigo (Agua)		

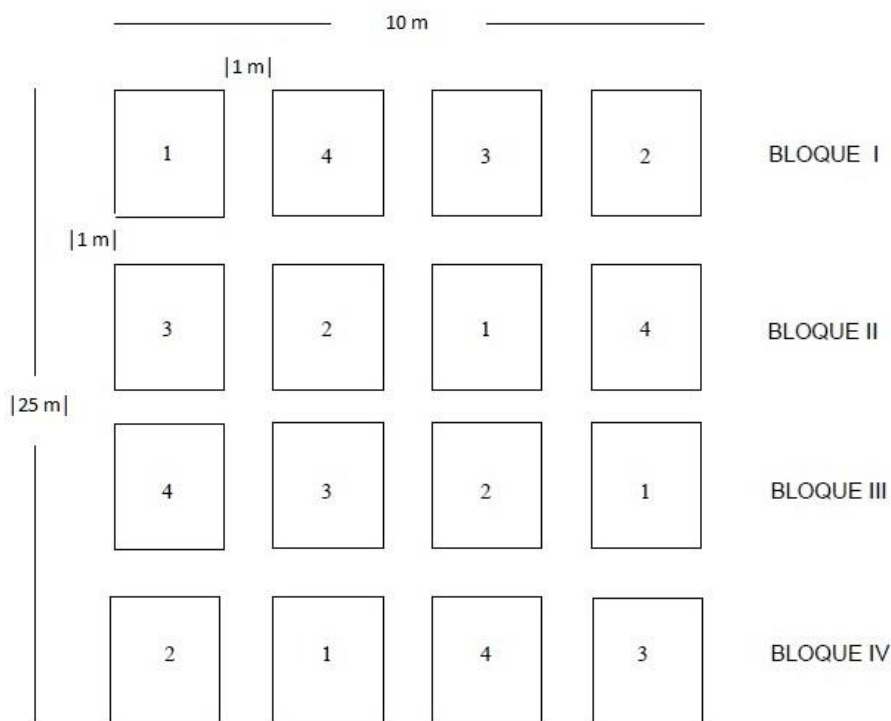


Figura 6. Diagrama de la unidad experimental donde se realizó el control de chapulín en el municipio de Tepeaca, Puebla.

La unidad experimental contó con un área de 250 m² (10 X 25 m), donde se sembraron 720 matas de rabanito, mientras que la parcela útil quedó conformada por

las 45 matas centrales en un área de 6.25 m², se eliminaron matas de cada lado, para evitar el efecto de orilla (Figura 7).

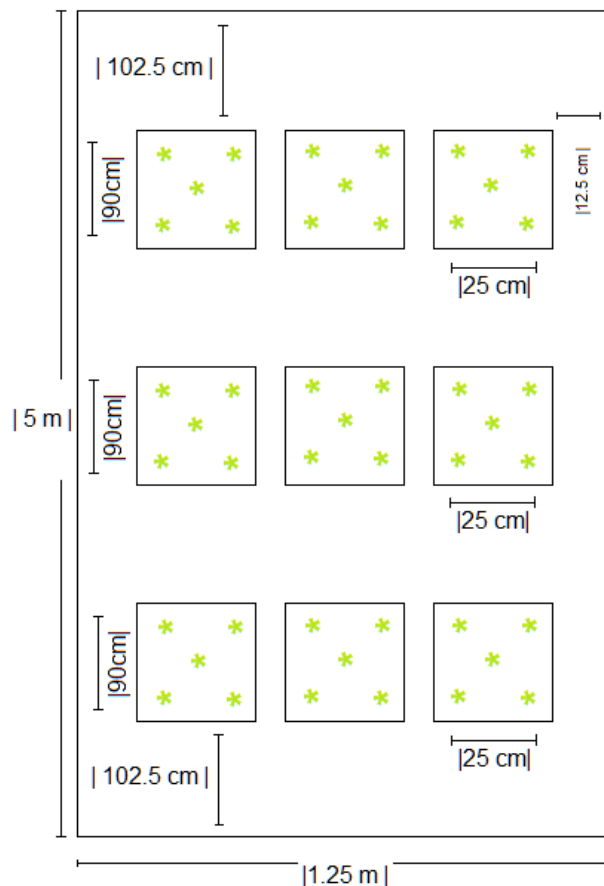


Figura 7. Diagrama de la parcela útil en donde se representan las nueve matas centrales del cultivo de *Raphanus satibus*.

7.3 PREPARACIÓN DE LOS EXTRACTOS

7.3.1 Elaboración de los extractos vegetales

De los productos vegetales obtenidos de las plantas de *P. purpusii* y *A. mexicana* se procedió a realizar la elaboración de los extractos vegetales un día antes de cada aplicación a una concentración del 3%, mediante el proceso de macerado a temperatura ambiente, se pesaron 30 gramos del producto vegetal por cada litro de agua, se agitó para obtener una mezcla homogénea y se etiquetó. Para llevar a cabo la extracción de los compuestos hidrosolubles se dejó reposar en un recipiente

durante 24 horas, posteriormente se realizó la filtración con una tela fina para separar los sólidos de los líquidos. El extracto acuoso vegetal se transvaso en un aspersor de mochila para proceder a aplicarse. La cantidad de extracto que se preparó estuvo acorde al gasto que requería el follaje del cultivo durante su desarrollo.

7.3.2 Elaboración del extracto de Casal

Para la realización del extracto del casal se procedió a elaborarse 25 días antes de proceder a aplicarlo, para esto se prepara una disolución de un kilo de cal más un kilo de sal gruesa en dos litros de agua y se mueve con un palo por 10 minutos o hasta que se disuelva perfectamente, se deja reposar durante 30 minutos, posteriormente se agregan las seis cucharadas de aceite vegetal que sirve como adherente., nuevamente se mezcla todo hasta que este homogéneo y se deja reposar, para extraer los compuestos, hidrosolubles. Se utiliza un litro de la disolución resultante (Casal), por cada 15 litros de agua, pero antes se filtra con una malla fina para separar cualquier sólido que no se pudo disolver, el resultante líquido se transvasa en una mochila aspersora para realizar dicha aplicaciones al cultivo de rabanito correspondiente.

7.3.3 Aplicación de los tratamientos

Para la aplicación de los tratamientos se utilizó tres aspersoras de mochila de 15 litros de capacidad, de las cuales una era para la aplicación del tratamiento Testigo, otra para los extractos vegetales y la última para el tratamiento del Casal. Para la forma de la aplicación primero se empezó por el Testigo en el que sólo se aplicó agua, siguiendo con el Chicalote, la hierba del perro y por último el casal entre cada aplicación de los extractos vegetales se limpió la aspersora para eliminar los residuos. Las aplicaciones se realizaron después de que se tomaron los datos de interés.

Los tratamientos se empezaron a aplicar el día 20 de octubre, cuando la planta tenía 15 días de haberse sembrado, finalizando el día 10 de noviembre,

realizando un total de cinco aplicaciones de cada tratamiento con un intervalo de cinco días entre aplicación y aplicación.

7.4 PARÁMETROS A EVALUAR

Los datos que se tomaron durante el desarrollo del experimento del cultivo del rabanito fueron tres a) Porcentaje de daño b) infestación c) Producción, Estos datos se tomaron de la parcela útil, evaluando las 144 matas centrales.

7.4.1 Porcentaje de daño foliar

Para la evaluación de este parámetro, se tomó en cuenta la aplicación de los tratamientos, de forma que antes de realizar cada aplicación se evaluó el efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de daño que los insectos ocasionaron a la planta, para tomar este dato se consideró a las cinco plantas que representan cada mata de rabanito como el 100% y por observación directa se obtuvo que porcentaje de las plantas fue dañado, con el porcentaje de daño obtenido para cada una de las matas se obtuvo el porcentaje de daño promedio para cada tratamiento durante el desarrollo del cultivo.

7.4.2 Porcentaje de infestación de *S. purpurascens* en las plantas

Para registrar los datos del porcentaje de infestación se consideraron las plantas de la parcela útil como el 100%, donde se contabilizó en cuántas de ellas se encontraron presentes los insectos independientemente de que estuvieran o no causando daños a las plantas. Para esto se tomaron tres evaluaciones.

7.4.3 Producción del rabanito

Para saber el efecto que presentaron los tratamientos sobre la producción de rabanito se realizó el levantamiento de la cosecha del cultivo en la parcela, se extrajeron los rabanitos del suelo con la ayuda de una pala de las plantas que conformaban la parcela útil, se metieron en bolsas de polietileno debidamente etiquetadas de acuerdo al tratamiento y la repetición correspondiente, de esta forma

se trasladaron al laboratorio de Entomología del CENAGRO-BUAP, para lavarlos y secarlos.

Ya secos los rabanitos, se procedió a pesarlos con una balanza granataría (OHAUSN Triple Beam Balance), obteniendo el peso de la producción en kilogramos por parcela útil para cada uno de los tratamientos, finalmente estos datos fueron extrapolados a kilogramos por hectárea.

7.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la realización del análisis estadístico a los resultados obtenidos, primero se verificó la hipótesis de varianzas homogéneas mediante la prueba de Bartlett, después se realizó el análisis de la varianza de acuerdo con el diseño experimental utilizado y la comparación múltiple de medias mediante la prueba de Tukey (Steel and Torrie, 1960).

Todos los cálculos y pruebas estadísticas se realizaron utilizando el software estadístico Statgraphics Centurion XVI (Statgraphics, 2010) a un nivel de confianza del 95%.

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON RESPECTO AL PORCENTAJE DE DAÑO

En el cuadro 2 se presentan los resultados obtenidos de la parcela útil, al realizar el análisis de varianza y la prueba de Tukey, para esto se tomo en cuenta las aplicaciones de los tratamientos de forma que antes de realizar cada aplicación se evaluó el efecto de los tratameitnos sobre el porcentaje de daños causado en el follaje del rabanito por el *S. purpurancens* para tomar este dato se consideró a las tres plantas (mata) de rabanito como el 100% y observación directa se obtuvo el porcentaje de daño total, con este porcentaje de daño obtenido para cada una de las matas se obtuvo el porcentaje da deño promedio para cada tratamiento, obteniendo en total tres evaluaciones. Los datos muestran que desde la primera evaluación ya existen diferencia significativa ($p \leq 0.05$), resaltando tres grupos de medias en la primera evaluación, encontrando que los tratamientos a base de la planta hierba del perro (*P. purpusii*) y chicalote (*A. mexicana*), no hubo diferencia significativa entre sí, sin embargo fueron donde encontramos una mayor protección del cultivo con un porcentaje promedio del 6.48 y 6.60 de daño ocasionado por el chapulín, seguida del extracto a base de Casal con 6.76, mientras que el tratamiento testigo fue donde mayor daño presento (8.92%).

Cuadro 2. Porcentaje promedio de daño por el chapulín (*Sphenarium purpuranses*) en el municipio de Tepeaca, Puebla.

TRATAMIENTOS	MEDIA \pm ERROR ESTANDAR		
	20 de Octubre	29 de Octubre	5 de Noviembre
<i>Pscaliopsis purpusii</i>	6.48 \pm 0.00 a	16.55 \pm 1.06 a	11.41 \pm 1.02 a*
<i>Argemone mexicana</i>	6.60 \pm 0.03 a	21.88 \pm 0.33 b	14.74 \pm 0.57 ab
Casal	6.76 \pm 0.05 b	22.37 \pm 1.20 bc	18.15 \pm 0.79 b
Testigo (H ₂ O)	8.92 \pm 0.02 c	25.89 \pm 0.82 c	30.39 \pm 1.38 c

* Medias con la misma letra, no difieren significativamente ($p \leq 0.05$)

En la segunda evaluación realizada el 29 de octubre, encontramos también tres grupos de medias, donde se observan en los resultados obtenidos nuevamente que

el extracto acuoso de *P. purpusii* fue donde presentaron los daños más bajos en el follaje del cultivo de rabanito, mientras que los tratamientos de *A. mexicana* y el control se comportaron de la misma forma ya que no hubo diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 0.05$) entre ambos tratamientos, en el caso de la tercera evaluación se tiene a *P. purpusii* es el que mejor protege al cultivo de los daños ocasionados por *S. purpuranses*, ya que disminuyó ligeramente estos daños (11.41%) a diferencia de la evaluación anterior (16.55%), sin embargo continúa siendo el mejor tratamiento, seguida del extracto de *A. mexicana* con 14.74%, sin embargo si observamos los datos de la segunda aplicación y la tercera se tiene que los daños disminuyen radicalmente a diferencia del tratamiento con *P. purpusii*, esta respuesta es de suma importancia ya que los productores también pueden realizar las aplicaciones con esta otra planta. En cambio se resalta que el tratamiento testigo (agua) en las tres evaluaciones los daños ocasionados por este insecto plaga van aumentando considerablemente a diferencia de los demás.

Sin embargo a pesar que no existen datos sobre el control de plagas con el extracto vegetal acuoso con la hierba del perro (*P. purpusii*), a nivel de campo, mucho menos en hortalizas tenemos que estos datos coinciden con lo reportado por Aragón *et al.* (2003b), donde reportan que al aplicar el polvo fresco de la hierba del perro aplicada a la semilla de maíz a una concentración del 15%, disminuyen los daños a la raíz del cultivo, por larvas de *Phyllophaga ravidus* a nivel invernadero a concentraciones del 15%. Esta forma de comportamiento es debido a que esta planta presenta actividad de repelencia en diferentes insectos plaga tal es el caso de la investigación realizada por Durán, 2007, con adultos de *Trips tabaci*, donde indica que el extracto de *P. purpusii* actúa como repele en el adultos de este organismo en un 50%, en el mismo año pero en el trabajo realizado por Escobar, indican que este extracto presenta un índice antiapetitivo y de supresión aunque también refleja actividad insecticida en larvas de *Spodoptera exigua* a nivel laboratorio.

Con respecto al extracto acuoso de *A. mexicana* que fue el segundo mejor tratamiento se tiene la investigación realizada por Aragón y López (1995), donde

evaluaron 43 especies vegetales para el control de la conchuela del frijol *Epilachna varivestis* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae), en invernadero y campo, encontrando que a nivel invernadero la planta de chicalote no presento buenos resultados, sin embargo en campo fue uno de los mejores tratamientos ya que protegio al cultivo de los daños realizados por este insecto plaga, así mismo Cuevas *et al.* (2006), nos comenta que este género se ha utilizado también para proteger los granos almacenados de maíz, frijol y garbanzo a nivel laboratorio de los daños causados por *S. zeamais*, *Z. subfasciatus* y *Callosobruchus maculatus* en un 100%.

8.2 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CON RESPECTO A LA INFESTACIÓN DEL CHAPULIN

Para el porcentaje de infestación de *S. purpuranses* en el cultivo de rabanito, se registraron tres evaluaciones (Cuadro 3), al realizar la Prueba de Tukey, mostrando diferencia significativa entre el porcentaje de medias de los tratamientos, obteniendo que al menos en uno de los tratamientos el número de insectos plaga disminuyó para los tres tiempos en que se evaluaron. El menor porcentaje de número de infestación del chapulín *S. purpuranses* lo mostro el extracto acuoso vegetal de la hierba del perro mostrando un 15.75% de infestación en la primera lectura, para la segunda y tercera lecturas disminuyó el porcentaje en un 12 y 9.5%. Estudios en laboratorio, invernadero y campo realizados para el control de larvas de gallina ciega (*Ph. vetula*) en el cultivo de maíz, por Aragón (información personal), han resultado favorables debido a que existen un porcentaje de mortalidades del organismos considerables, de la misma forma nos menciona que esta planta se ha probado a una concentración del 15% en forma de polvo en maíz almacenado, por otro lado Aragón y Tapia (2009), comentan que después de realizar varios experimentos en campo y laboratorio se ha generado una tecnología para controlar las plagas del follaje del cultivo de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L), siendo factible aplicar la planta *P. purpusii* conocida como hierba del perro en fresco a una concentración del 3%, ya que se observa que las infestaciones por plaga disminuye considerablemente, la forma de respuesta que se encuentra es porque la planta contiene metabolitos

secundarios (alcaloides y sesquiterpenos) que es característico de esta familia Astereaceae (Mullin *et al.*, 1991), por lo que presentan actividad tóxica (Romo *et al.*, 2004), además de ser repelente contra adultos de *T. tabaci* en cultivo de cebolla en laboratorio (Duran, 2007).

El extracto de *A. mexicana* mostró un porcentaje de infestación del 20.5% para el 20 de octubre, pero disminuyó este porcentaje en la segunda evaluación 29 de octubre con un 14.75%, mientras que para la tercera evaluación (5 de noviembre) se mantuvo. *A. mexicana* al 1.5%, provoca una disminución de infestación del gorgojo en maíz almacenado (Aragón y López 1994).

Cuadro 3. Porcentaje de infestación de *S. purpuranses* en el cultivo de rabanito en el municipio de Tepeaca, Puebla.

TRATAMIENTOS	MEDIA ± ERROR ESTANDAR		
	20 de Octubre	29 de Octubre	5 de Noviembre
<i>Pscaliopsi purpusii</i>	15.75 ± 0.62 a	12.00 ± 0.91 a	9.50 ± 0.50 a*
<i>Argemone mexicana</i>	20.50 ± 1.25 a b	14.75 ± 0.85 a b	14.00 ± 1.58 a
Casal	21.25 ± 0.47 b	20.25 ± 2.46 bc	17.75 ± 2.35 a
Testigo (H ₂ O)	24.75 ± 1.97 b	25.25 ± 0.85 c	30.75 ± 1.79 b

* Medias con la misma letra, no difieren significativamente ($p \leq 0.05$)

Con respecto al tratamiento de casal se encontró que las infestaciones estuvieron por debajo de las medias de los dos tratamientos elaborados con plantas debido a que en la primera y segunda evaluación el número de chapulines encontrados fueron del 20%, y para la tercera toma de datos disminuyó el porcentaje de forma paulatina.

El tratamiento testigo siempre fue aquel donde se encontró el mayor porcentaje de infestación para los tres tiempos.

8.3 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL RENDIMIENTO DEL RABANITO

En el cuadro 4 se presentan las medias del porcentaje de producción del cultivo de rabanito para cada tratamiento, donde se presenta que el mayor porcentaje de la

producción se registró donde se le aplicó el tratamiento de la Hierba del perro con 373.25 kilos por hectáreas, lo que incrementa la producción en un 46.87% con respecto al testigo, valor significativamente mayor que los tratamientos a base de chicalote y Casal donde se obtuvieron producciones de 336.55 y 320.10 kilos por hectárea, con un incremento del 32.43 y 25.96%, mientras que la producción del tratamiento testigo fue muy baja con 254.12 kilogramos por hectáreas.

Cuadro 4. Porcentaje de la producción de rabanitos (kg ha^{-1}), bajo diferentes tratamientos en el municipio de Tepeaca, Puebla.

TRATAMIENTOS	MEDIA \pm ERROR ESTANDAR	Incremento de la producción con respecto al Testigo
<i>Pscaliopsi purpusii</i>	373.25 \pm 7.05 a*	46.87
<i>Argemone mexicana</i>	336.55 \pm 4.87 a b	32.43
Casal	320.10 \pm 6.40 b	25.96
Testigo (H ₂ O)	254.12 \pm 15.13 c	-----

* Medias con la misma letra, no difieren significativamente ($p \leq 0.05$)

Estos datos concuerdan con lo reportado por Aragón *et al.*, 2003b, donde mencionan que el extracto de la hierba del perro es efectivo para proteger al cultivo de maíz, obteniendo una mejor producción con respecto al testigo, incrementándola en un 56.8% a nivel campo, y para el 2009, Aragón y Tapia, recomiendan que para el control de plagas del follaje en cultivo de amaranto en campo es factible aplicar el extracto acuoso de esta planta a una concentración del 3%, obteniendo buenos porcentajes de producción del cultivo.

En cuanto al tratamiento a base de chicalote se tiene que estos resultados se relacionan con los obtenidos por otros autores, como es el caso de Escobar (2001), quien menciona que con la aplicación de *A. mexicana* en las plantas de amaranto, se obtuvo la mayor producción promedio de semilla con 1,251 kg ha^{-1} . Aragón y Tapia (2009), sustentan que existe una mejor protección en el cultivo de *A. hypochondriacus* de los daños por insectos plaga en el follaje y una mayor producción, al utilizar diferentes mezclas de plantas como el chicalote, chile e higuierilla, mientras que Pérez-Torres (2002), nos dice que al aplicar el extracto

acuoso de *A. mexicana* para proteger las plantas de amaranto de las plagas hay un incremento en la producción del 36.95% respecto al testigo.

De Poll (1998), asume que *A. mexicana* se ha utilizado para el combate de las plagas desde hace mucho tiempo ya que la semilla presenta compuestos tóxicos, contra diferentes familias de insectos plaga.

Algunos de los extractos acuosos evaluados en este trabajo tienen antecedentes de control en otros insectos. Estos resultados muestran que los compuestos de los extractos vegetales con diferentes estructuras químicas pueden causar diversos efectos en el comportamiento del insecto, debido a las diferentes sensibilidades que presentan (Pérez-Torres, 2007).

IX. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se concluye que los mejores tratamientos que resultaron prometedores para el control de la plagas del chapulín *S. purpuranses* en el cultivo de rabanito *R. sativus* son los siguientes:

Con respecto al parámetro de daño foliar de las plantas de *R. sativus* los tratamientos de *P. purpusii* y *Argemone mexicana*, protegieron al cultivo de los daños por chapulín en las dos últimas evaluaciones a diferencia de los de casal y el testigo.

En cuanto al menor porcentaje de infestación del chapulín fue la hieba del perro en fresco a una concentración del 3%, con valores por arriba del 10%.

El extracto acuoso donde se obtuvo la mayor producción ($373.25 \text{ kg ha}^{-1}$) de rabanito fue nuevamente la que se elaboro del follaje y flor de *P. purpusii*, incrementando la producción en un 46.87%.

De lo anterior se concluye que esta forma de realizar el control del chapulín en el cultivo de rabanito con extractos acuosos vegetales es de suma importancia para los productores de escasos recurso, debido a que ayuda a proteger el cultivo, contra los daños e infestaciones causado por insectos plaga, además de que existe un mejor rendimiento del fruto y no presenta ningún tipo de contaminación por residuos además de tener resultados favorables como lo reportado en este trabajo.

Con respecto a las plantas que se utilizaron en este trabajo son principalmente hierbas silvestres que se dan en cualquier lado (terrenos baldíos, laderas, al paso de las carreteras, barrancas, etc), la metodología para la elaboración de este tipo de insecticidas son muy fáciles, así como la forma de aplicar ya que no se requiere equipos caros y los productores ayudan a proteger el ambiente y su salud, además que este tipo de control o manejo es de forma preventiva, ya que no mata a los insectos sino que solamente los aleja del cultivo que se está controlando.

X. LITERATURA CITADA

- Aguilar, C. A, y Zolla C. 1982. Plantas tóxicas de México. Unidad de Investigación Biomédica en Medicina Tradicional y Herbolaria. Instituto Mexicano del Seguro Social. México. D.F. 271 p.
- Anaya, R. S. y Romero, N. J. 1999. El consumo de chapulín de la milpa (*Sphenarium purpurascens* W.) como método alternativo para su control. Montecillo: Instituto de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados.
- Anaya, R. S., Romero, N. J. y López, M. V. 2000. Manual de diagnóstico: para las especies de chapulín (Orthoptera: Acridoidea) del Estado de Tlaxcala y estados adyacentes. 1ª ed. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México. 266 p.
- Anaya, R. y Navarro R. 1998. Algunos aspectos sobre las especies de chapulín que ocurren en las áreas agrícolas. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo de México. s/p.
- Anaya-Merchant, C. A. 1999. Variación temporal de los niveles de herbivoría de las Compositae de la Reserva del Pedregal de San Ángel (México). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 76 p.
- Anónimo, 2007. Región de Murcia digital. Hortalizas y verduras. Rábado. Consulta: Enero, 2015. http://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,543,m,2714&r=ReP-20526-DETALLE_REPORTAJESPADRE.
- Anónimo, 2010. Guía técnica del cultivo de rabanito (*Raphanus sativus* L.). Agricultura Familiar, Periurbana y de Transpatio. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimenticia (SAPARGA), Asociación Nacional de Egresados de Chapingo A. C. (ANECH). 15 p.

- Aragón, G. A y A. M. Tapia R. 2009. Amaranito orgánico. Métodos alternativos para el control de plagas y enfermedades. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Instituto de Ciencias. Departamento de Agroecología y Ambiente y Alternativas y Procesos de Participación Social A. C. 63 p.
- Aragón, G. A y J. F. López-Olguín. 1994. Estudio en laboratorio de dos plantas utilizadas para el combate de las principales plagas de maíz almacenado. Memorias del V Encuentro Regional de Investigadores en Flora y Fauna de la Región Centro Sur de la República Mexicana. Toluca, Edo. de México. 9 p.
- Aragón, G. A., y J. F. López O. 1995. Una alternativa para el combate de la conchuela del frijol utilizando extractos acuosos vegetales. Memorias del Primer Coloquio Regional de Investigación, Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Autónoma del Estado de México. pp. 46-49.
- Aragón, G. A., M. A. Morón, A. M. Tapia R., J. F. López-Olguín y B. C. Pérez T. 2003a. Especies de gallina ciega en algunos cultivos del estado de Puebla y su control con extractos vegetales. *In: estudios sobre coleópteros del suelo en América*. Aragón, G. A., M. A. Morón y A. Marín J. (Eds.) 2003. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. pp. 283-297.
- Aragón, G. A., A. M. Tapia R., J. F. López-Olguín y B. C. Pérez T. 2003b. Evaluación del efecto de la "Hierba del perro" (*Pascalopsis purpussi*) y *Trichilia havanensis* a nivel de invernadero sobre larvas de "gallina ciega" *phyllophaga ravidia* (Blanchardi) (Coleoptera: Melonthidae). VII Simposio Internacional y II Congreso Nacional de Agricultura Sostenible. Marín, Nuevo León, México. 5 p.
- Ávila, G. D. E. 2009. "Análisis de metabolitos secundarios en *Argemone mexicana*, *Bignonia unguis-cati*, *Diospyros sinaloensis* y *Maytenus phyllanthoides* con posible aplicación en farmacia y agricultura". Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Sinaloa. Escuela de Biología. Sinaloa. México. 14 p.
- Azcón, J. F. 2003. Fundamentos de fisiología vegetal. Mc. Graw Hill. México. pp. 85-95.

- Barley, S. 2010. 2000 year old pills found in Greek shipwreck. *The New Scientist* 207(2778): 14.
- Barrientos y Almaguer. 2011. Manejo sustentable de poblaciones de chapulines en México. En: García G. C y J. Lozano G. Control biológico de plagas de chapulín en el norte. Centro de México. Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas, México. pp. 97- 106.
- Barrientos-Lozano, L. y P. Almaguer-Sierra. (2009). Manejo sustentable de chapulines (Orthoptera:Acridoidea) en México. *Vedalia* 13 (2): 51-56.
- Barrientos-Lozano, L., D. M. Hunter., J. Ávila-Valdéz, P. Gracia-Salazar y J. V. Horta-Vega. 2005. Control biológico de la langosta Centroamericana *Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker (Orthoptera: Acrididae) en el Noreste de México. *Vedalia* 12 (2): 119-128.
- Bautista, L. R. A. 2009. Estudio de investigación cualitativa sobre adopción de huertos familiares y servicios realizados, en las comunidades atendidas por la asociación de desarrollo semillas de esperanza, en el municipio de San Martín Jilotepeque, Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 174 p.
- Bosch, CH. 2007. *Argemone mexicana* L. In: Schmelzer, G. H y Gurib-Fakim, A. (Eds). *Prota 11 (1): Medicinal plants/Plantas medicinales 1*. [CD-ROM]. PROTA, Wageningen, Netherlands.
- Bruneton, J. 2001. Plantas tóxicas. Vegetales peligrosos para el hombre y los animales. Editorial ACRIBIA, S. A. Zaragoza, España. 527 p.
- CABI. 2000. Data sheet for *Agrotis segetum*. Gusano cortador *Agrotis segetum* ficha técnica para análisis de riesgo.
- Cañedo, V., A. Alfaro y J. Kroschel. 2011. Manejo integrado de las plagas de insectos en hortalizas. Principios y referencias técnicas para la Sierra Central del Perú. Centro Integracional de la Papa (CIP) y HORTISANACIP. 48 p.

- Capinera, J. L. 1999. *Cabbage looper*. Publication number EENY- 116. University of Florida. Consulta: Diciembre de 2012. <http://entnemdept.ufl.edu>
- Capinera, J. L. 2013. *Pseudaletia unipuncta* Publicación number EENY-394. University of Florida. Consulta: Febrero, 2014. <http://entnemdept.ufl.edu>.
- Carretero, M. 2001. Alcaloides derivados de fenilalanina y tirosina. *Panorama Actual Med.* 25(242): 341-346.
- Castro-Torres, I. G., M. de la O-Arciniega, J. Gallegos-Estudillo, E. B. Naranjo-Rodríguez and M. Á. Domínguez-Ortiz. 2013. *Raphanus sativus* L., var niger as a source of Phytochemicals for the Prevention of Cholesterol Gasllstones. *Phytotherapy Research.* 28(2):167-171.
- Catherine, D. 2014. *Vegetables: Growing Radishes in Home Gardens*. Washington State University. Extension Fact Sheet • FS127E. Enero 2015. <http://cru.cahe.wsu.edu/CEPublications/FS127E/FS127E.pdf>.
- CESAVEG. 2003. Programa de sanidad vegetal SAGARPA-SDA- CESAVEG. Ficha Técnica CH01. Celaya, Gto. Agosto de 2003.
- CESAVEG. 2008. Campaña de manejo fitosanitario de maíz. Comité Estatal de Sanidad Vegetal Guanajuato CESAVEG. Guanajuato, México. 19 p.
- CESAVEP. 2011. Programa de trabajo de la campaña contra el chapulin, a operar con recursos del componente de sanidades del programa de prevencion y manejo de riesgos 2011, en el estado de Puebla. Marzo del 2011. 4p.
- Contreras, S. C and G. Galindo M. 2014. Climate change and its influence on agricultural pest in Mexico. *Atmospheric and Climate Sciences.* 4: 931-940.
- Cowan, M. M. 1999. Plant Products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiological Reviews.* 12 (4): 564–582

- Criollo, H y J. García, 2009. Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento de plantas de rabanito (*Raphanus sativus* L.) bajo invernadero. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. 3(2): 2010-222.
- Cueva, del C. R. 1994. Protandria y conducta de apareamiento en *Sphenarium purpurascens*. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México. 56 p
- Cuevas, S. M. I., J. C. García M y C. A. Romero N. 2006. Productos naturaleza para el control de la principal plaga del maíz, frijol y garbanzo almacenado. Bol. Asoc. Esp. Ent. 30(1-2):83-92.
- Cuevas, S. M. I., C. A. Romero N y J. C. García M. 1991. Utilización del Chicalote *Argemone mexicana* (Papaveraceae) como una alternativa para el control del gorgojo pinto del frijol *Z. subfasciatus* (Bohn) (Coleoptera: Bruchidae). Memorias del II Simposio nacional sobre sustancias vegetales y minerales en el combate de plagas. Sociedad Mexicana de Entomología. A. C. Oaxaca, Oax., México. pp. 3-10.
- De Poll, E. 1998. Plantas tóxicas de Guatemala en casa y en el campo. Boletín núm 5 Ciencia y Acción. Instituto de Investigaciones. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala. 5 p.
- Durán, L-V. A. 2007. Evaluación de extractos vegetales como alternativa de control de *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) Tesis de maestría. Maestría en Ciencias Ambientales. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. 82 p.
- Duran, J. 2002. Bioplaguicidas: Guía de Ingredientes activos en América Central. Turrialban, Costa Rica. 145 p.
- Escobar, V. C. 2001. Productos vegetales, una alternativa para el control de plagas del follaje del cultivo de amaranto *Amaranthus hypochondriacus* L. en Tehuacán, Puebla. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 82 p.

- Escobar, V. C. 2007. Actividad antialimentaria de extractos vegetales y de las fracciones de un extracto activo en larvas del gusano soldado *Spodoptera exigua* (Hübner). Tesis de maestría. Maestría en Ciencias Ambientales. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. 55 p.
- Escobar, V. C., B. Hernández C., M. T. Zayas P., A. Aragón G., L. E. Pérez G., R. Hernández M y J. F. López-Olguín. 2007. Actividad antialimentaria de extractos vegetales en el gusano soldado *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). En: Agricultura sostenible. Alternativas contra plagas. Rodríguez-H., C., M. L. De la Isla B., C. G. S. Valdés-Lozano, y S. Sánchez P. (Eds.). Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible A. C. Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala y Colegio de Posgraduados. Texcoco, México. pp. 11-18.
- Estay, P. 2001. Primer Curso Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en Tomate. Santiago, INIA La Platina. 122 p.
- Figuroa, B. R. 2011. Incidencia del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* Smith, en Ocoyucan, Puebla y actividad bioinsecticida de semilla de *Carica papaya* L., y *Trichilia havanensis* Jacq. Tesis de Doctorado. Postgrado de Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional. Colegio de Postgraduados. Puebla, México. 195 p.
- Font, Q. P. 2014. Plantas Medicinales (El Dioscórides Renovado). Edit Peninsula. 1318p.
- García. M., A., P. Tenorio L. y J. Reyes S. 1994. El endemismo en la flora fanerogámica de la mixteca alta, Oaxaca-Puebla, México. Acta Botánica Mexicana 27: 53-73.
- Gutiérrez, P. R. M and R. L. Pérez, 2004. *Raphanus sativus* (Radish): their chemistry and biology. Scientific World Journal 4: 811-837.

- Guzmán F. A. W. 1999. Grados día de desarrollo de *Sphenarium purpurascens* (Charpentier) (Orthoptera:Pyrgomorphidae) y su susceptibilidad a *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Deuteromycotina:Hyphomycetes) bajo condiciones de campo. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. México. 120 p.
- Hind, D. J. N and H. J Beentje. 1996. Compositae. Systematics. Proceedings of the International Compositae Conference, Kew, 1994. Volume 1. United Kingdom. pp. 615-617.
- Hines, R.L. and W.D. Hutchison. 2013. Cabbage aphids. University of Minnesota. <http://www.vegedge.umn.edu> (12 de mayo de 2013). <http://unibio.unam.mx/collections/specimens/urn/IBUNAM:MEXU:AST930229>. (7 de julio de 2014)
- Hódar, J. A., R. Zamora, L. Cayuela. 2012. Cambio climático y plagas: algo más que el clima. Ecosistemas 21(3):73-78.
- Huerta, de la P. A., S. Fernández, R. y I. Ocampo, F. 2007. Manual de Chile Poblano: importancia económica y sociocultural. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. Fundación Puebla A.C. ALtres Costa AMIC. 80 p.
- Huerta J. A, F. Espinoza, A. Téllez-Jurado, A. P. Maqueda G y A. Arana-Cuenca. 2014. Control Biológico del Chapulín en México. BioTecnología. 18 (1): 28-49.
- Ibarra, Q. J., P y Jiménez R. P. 1992. Extractos de "Higuerilla" (*Ricinus communis*) y "Chicalote" (*Argemone mexicana*) como alternativa para el combate de "la conchuela de frijol" *Epilachna varivestis*, en el municipio de Papalotla de Xicohtencatl, Tlaxcala, ciclo agrícola 1990. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ciencias Químicas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, Pue. pp. 54.
- INAFED 2010. Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. SEGOB., Secretaría de Gobernación. s/pag.

- INAFED. 2009. Enciclopedia de los municipios y delegación del estado de Puebla. Tepeaca. Instituto Nacional para la Federación y el Desarrollo municipal del Gobierno del Estado de Puebla, Puebla, México. 13 p.
- INEGI, 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Tepeaca, Puebla, Clave geoestadística 21164. INFAP. 24 p.
- Kranz, J., H. Schmutterer y W. Koch.1982. Enfermedades, plagas y malezas de los cultivos tropicales. Verlag Paul Parey. Berlín. 772 p.
- Laguna, M. R. J y J. Cisne C. 2001. Efecto de biofertilizante (Em-Bioskashi) sobre el crecimiento y rendimiento del rabanito (*Raphanus sativus*). Universidad Nacional Agraria. La cantera. 1(1):26-29.
- Lagunes, T. A. 1994. Extractos y polvos vegetales, y minerales para el combate de plagas de maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia. CP; USAID; CONACYT; BORUCONSA. 33 pp.
- Lugasi, A., Blazovics, A., Hagymasi, K., Kocsis, I., Kery, A. 2005. Antioxidant effectu of squeezed juice from black radish (*Raphanus sativus* L., var niger) in alimentaru hyperlipidaemia in rats. Phytotherapy Research. 19 (7):587-591.
- Marco, V. (2001). Modelación de la tasa de desarrollo de insectos en función de la temperatura. Aplicación al Manejo integrado de Plagas mediante el método de grados-días. Aracnet. 7(28): 147-150.
- Mariño, P. R., P. Fontana y F. M. Buzzetti. 2001. Identificación de plagas de chapulín en el norte-centro de México. En: García G. C y J. Lozano G. Control biológico de plagas de chapulín en el norte. Centro de México. Universidad Autónoma de Zacatecas. Zacatecas, México. pp. 33-55.
- McGaw, L. J., N. Lall, T.M. Hlokwe, A. L. Michel, J. J. M. Meyer and J. N. Eloff, 2008. Purified Compounds and Extracts from *Euclea* Species with Antimy cobacterial Activity against *Mycobacterium bovis* and Fast-Growing Mycobacteria. Biol. Pharm. Bull, 31(7):1429–1433.

- Méndez, T. D. R. 1992. Uso de sustancias y extractos vegetales como alternativa en el control del chapulín *Sphenarium purpurascens* Charpentier (Orthoptera: Acrididae) en maíz (*Zea mays* L.) en Huejotzingo, Puebla. México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 50 p.
- Mialma, S. H. 1995. Virulencia de 4 cepas de *Metarhizium* sp., hacia *Sphenarium purpurascens* Char. (Orthoptera: Acrididae) en condiciones de laboratorio. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Tamahulipas. 72 p.
- Montaldo, A. 1991. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Coronado, Costa Rica. 407 p.
- Mullin, C. A., A. A. Alfatafta, J. L. Harman, S. L. Everret and A. A. Serino. 1991. Feeding and Toxic Effects of Floral Sesquiterpene Latones, Diterpenes and Phenolics from Sunflower (*Helianthus annuus* L) on Western Com Rootworm. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 39:2293-2299.
- Oyama, K., Z. Cano S y S. Careaga. 1994. Estudios sobre la interacción herbívoro-planta en el Pedregal de San Ángel, México, D. F. En: Rojo, A. (comp). Reserva ecológica "El Pedregal" de San Ángel: Ecología, Historia natural y Manejo. Universidad Nacional Autónoma de México, México. pp. 301-311,
- Pérez, M. D. 2005. Estudio para valorar la producción de chile poblano (*Capsicum annuum* L.) bajo cubierta, en Ignacio Manuel Altamirano, Tlahuapan, Puebla. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados Campus Puebla. 94 p.
- Pérez, S. J. y J. Cortes. 2006. Bioensayo con extractos vegetales, sobre larvas de 3ª y 4ª fase del mosquito transmisor del dengue *Aedes aegypti* (Linnaes) (Diptera: Culicidae) en la ciudad de Chilpancingo, Gro., México. En: Estrada V. E., J. Romero N., A. Equihua M. C. Luna L. J. Rosas A. (Eds). Entomología Mexicana. Vol. 5. Tomo 2. Sociedad Mexicana de Entomología. México. pp: 878-880.

- Pérez-Torres, B. C. 2002. Combate de plagas insectiles del follaje del cultivo de amaranto *Amaranthus hypochondriacus* L., a base de productos vegetales en el Valle de Tehuacán, Puebla. Tesis de licenciatura. Escuela de Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. 63 p.
- Pérez-Torres, B. C. 2007. Diagnóstico y propuesta de manejo de plagas de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) con extractos acuosos vegetales en el Municipio de Chiautla de Tapia, Puebla. Tesis de Maestría. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. 85 p.
- Pérez-Torres, B. C. 2012. Diagnóstico y control de plagas del cultivo de *Amaranthus hypochondriacus* L., bajo una agricultura orgánica, en las faldas del volcán Popocatepetl. Tesis de Doctorado. Doctorado en Ciencias Ambientales.. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. 130 p.
- Pérez-Torres, B. C., A. Aragón G., N. Bautista M., A. M. Tapia R y J. F. López-Olguín. 2009. Entomofauna asociada al cultivo de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) en el municipio de Chiautla de Tapia, Puebla. Acta Zoológica Mexicana (n. s). 25(2):239-247.
- Pieters, L and A.J. Vlietinck. 2005. Bioguided isolation of pharmacologically active plant components, still a valuable strategy for the finding of new lead compounds? Journal of Ethnopharmacology . 100::57-60.
- Pio, F. Q. 1999. Rabanito. Plantas medicinales: El Dioscórides renovado. Editorial Peninsula. Barcelona, España. 275-279. pp.
- Quijano, C. J. Á. 2012. Ficha Técnica del Chapulín. *Brachystola* spp., *Melanoplus differentialis*, *Sphenarium purpurascens*. Programa de Sanidad Vegetal. 22 p
www.senasica.gob.mx
- Rios-Casanova, L. 1993. Análisis espacial y temporal de la comunidad de artrópodos epífitos del Pedregal de San Angel, D.F. (México). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 48 p.

- Rios-Casanova, L. Y Z. Cano-Santana. 1994. Análisis cuantitativo de los artrópodos epífitos del Pedregal de San Angel. En: Rojo, A. (Comp.). Reserva Ecológica "El Pedregal" de San Angel: Ecología, Historia Natural y Manejo. U.N.A.M., México. pp. 275-281.
- Rodríguez, H. C. 1989. Métodos de control de plagas agrícolas. En: Domínguez, R. R., J. L. Ayala O., C. Rodríguez H., B. Domínguez R. y H. Sánchez A. Notas para el curso de plagas agrícolas. Departamento de parasitología agrícola, Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. pp. 206-239.
- Romo, V. A., A. Pérez L. y A. Arciniegas. 2004. Las plantas de la tribu senecioneae. Química y propiedades biológicas. Rev. Soc. Quím. Méx. (Número Especial). 48: 10-11.
- Ruíz C., J. A., E. Bravo M., G. Ramírez O., A. D. Báez G., M. Álvarez C., J. L. Ramos G., U. Nava C y K. F. Byerly M. 2013. Plagas de importancia económica en México: aspectos de su biología y ecología. Libro Técnico Núm. 2. INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco. 447 p.
- SAGARPA. 2000. Guía de Plaguicidas Autorizados de Uso Agrícola. Dirección Estatal de Sanidad Vegetal. 504 p.
- Schubert, B. A and A. Jahren H. 2011. Fertilization trajectory of the root crop *Raphanus sativus* across atmospheric pCO_2 , estimates of the next 300 years. Agriculture, Ecosystem and Environment 140: 174-181.
- Serrano, L. G. y Ramos, E. J. 1990. Biología de *Sphenarium purpurascens* Charpentier y algunos aspectos de su comportamiento (Orthoptera: Acrididae). Ann. Inst. Biol. U.N.A.M. Ser. Zoología. 59 (2): 139-152.
- Shukla, S., Chatterji, S., Mehta, S., Rai, P. K., Yadav, D. K and Watal, G. 2011. Antidiabetic effect of *Raphanus sativus* root juice. Pharmaceutical Biology. 49(1): 32-37.

- SINAFEV, 2009. El Cambio Climático y su Influencia en las plagas agrícolas, Climatología Fitosanitaria, Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria, 38 p.
- Sotelo, D. L. I., J.A. Jiménez F., A. Tarsicio de Z y M. C. Cueto V. 2012. Effect of inoculation of microorganisms on radish drowt (*Raphanus sativus*). Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 10(1): 21-31.
- Statgraphics. 2010. Statgraphics Centurion XVI User Manual. Stat Point Technologies, Inc. E. S. A. 305 p.
- Steel, R. G and J. H. Torrie.1960. Principles and procedures of statistic. McGraw-Hill Book Company Inc. New York, EUA. 362 p.
- Tiscornia J. R. 1988. Hortalizas terrestres. Ed. Buenos Aires Albatros. México. 149 p.
- Valadez, L. A. 2001. Producción de Hortalizas. Editorial Limusa Noriega. México, D. F. 298 p.
- Valverde, L. H. O. 2010. Manual Metodológico de Buenas Prácticas Agroecológicas. Managua, Nicaragua. Federación Nacional de Cooperativa Agropecuarias y Agroindustrial. 56 p.
- Vázquez, 2013. Estrategias de manejo del chapulín en el cultivo de amaranto con métodos alternativos al químico en la zona agrícola de San Lucas Tulcingo, Tochimilco, Puebla. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. Centro de Investigación en Biotecnología aplicada. 78 p.
- Villaseñor R. J. L y F. J. Espinosa G., 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 449 pp.

- Villatoro, P. M. M. 2011. Caracterización nutricional y agronómica, análisis de la actividad biológica y selección de crucíferas para uso alimentario. Tesis de Doctoral. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura y Pesca. Departamento de Genética de la Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales. 236p.
- Wang, L. S., Sun, X. D., Cao, Y., Wang, L., Li, F. J., Wang, Y. F. 2010. Antioxidant and pro-oxidant properties of acylated pelargonidin derivatives extracted from red radish (*Raphanus sativus* var. niger, Brassicaceae). Food Chemical Toxicology. 48(10):2721-2718.