



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE QUÍMICA

“EVALUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES INSECTICIDA E INSECTISTÁTICA DE *Senecio salignus* Y *Ricinus communis* CONTRA EL GUSANO COGOLLERO DEL MAÍZ *Spodoptera frugiperda* Y GALLINA CIEGA *Phyllophaga* spp.”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUÍMICO AGRÍCOLA

PRESENTA

ARELY SVETLANA GASPAR BADILLO

DIRIGIDA POR

Dr. MIGUEL ANGEL RAMOS LÓPEZ

SANTIAGO DE QUERÉTARO, QUERÉTARO, 2015.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE QUÍMICA

“EVALUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES INSECTICIDA E INSECTISTÁTICA DE *Senecio salignus* Y *Ricinus communis* CONTRA EL GUSANO COGOLLERO DEL MAÍZ *Spodoptera frugiperda* Y GALLINA CIEGA *Phyllophaga spp.*”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUÍMICO AGRÍCOLA

PRESENTA

ARELY SVETLANA GASPAR BADILLO

DIRIGIDA POR

Dr. MIGUEL ANGEL RAMOS LÓPEZ

SINODALES:

Dr. MIGUEL ANGEL RAMOS LÓPEZ
DIRECTOR

Dr. JUAN RAMIRO PACHECO AGUILAR
SINODAL

Dr. MAMADOU MOUSTAPHA BAH
SINODAL

Dra. DORA MARINA GUTIÉRREZ AVELLA
SINODAL

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	
1. ANTECEDENTES	1
1.1 Situación problemática	1
1.2 Generalidades del maíz	3
1.3 Principales plagas del maíz	4
1.4 Generalidades de <i>Spodoptera frugiperda</i>	4
1.4.1. Ciclo biológico	5
1.4.2. Distribución geográfica de <i>Spodoptera frugiperda</i>	7
1.4.3. Importancia económica de <i>Spodoptera frugiperda</i>	7
1.5 Métodos de manejo de <i>Spodoptera frugiperda</i>	8
1.5.1. Manejo cultural	8
1.5.2. Manejo químico	8
1.5.3. Manejo biológico	9
1.5.4. Manejo botánico	10
1.6 Generalidades de <i>Phyllophaga</i> spp.	10
1.6.1. Ciclo biológico	11
1.6.2. Distribución geográfica de <i>Phyllophaga</i> spp.	13
1.6.3. Importancia económica de <i>Phyllophaga</i> spp.	13
1.7 Métodos de manejo de <i>Phyllophaga</i> spp.	14
1.7.1. Manejo Cultural	14
1.7.2. Manejo Químico	15
1.7.3. Manejo Biológico	15
1.7.4. Manejo Botánico	16
1.8 Importancia de extractos botánicos	17
1.9 Generalidades de <i>Senecio salignus</i> (Asteraceae)	18

1.9.1 Distribución geográfica de <i>Senecio salignus</i>	19
1.9.2. Descripción de <i>Senecio salignus</i>	19
1.9.3. Extractos con actividad insecticida e insectistática	19
1.9.4. Componentes químicos	20
1.10 Generalidades de <i>Ricinus communis</i> (Euphorbiaceae)	20
1.10.1. Distribución geográfica de <i>Ricinus communis</i>	21
1.10.2. Descripción de <i>Ricinus communis</i>	21
1.10.3. Extractos con actividad insecticida e insectistática	22
1.10.4. Componentes químicos	23
2. HIPÓTESIS	24
3. OBJETIVOS	25
3.1 General	25
3.2 Específicos	25
4. METODOLOGÍA	26
4.1 Materiales	26
4.2 Equipo	26
4.3 Procedimiento	26
4.3.1. Sitio de estudio	26
4.3.2. Material biológico	26
4.3.3. Cría de <i>Spodoptera frugiperda</i> y <i>Phyllophaga</i> spp. en condiciones de laboratorio	27
4.3.4. Preparación de extractos	28
4.3.5. Prueba de actividad biológica	29
4.3.5.1 Contra <i>Spodoptera frugiperda</i>	29
4.3.5.2 Contra <i>Phyllophaga</i> spp.	30
4.6 Pruebas fitoquímicas	31
4.7 Análisis estadísticos	32
5. RESULTADOS Y DISCUSIONES	33
5.1 Rendimiento de los extractos clorofórmico y metanólico de <i>Senecio salignus</i> y <i>Ricinus communis</i>	33

5.2 Pruebas fitoquímicas de los extractos clorofórmicos y metanólicos de las partes aéreas de <i>Senecio salignus</i> y <i>Ricinus communis</i>	34
5.3 Actividad biológica de los extractos clorofórmicos y metanólicos de <i>Senecio salignus</i> sobre <i>Spodoptera frugiperda</i>	35
5.4 Actividad biológica de los extractos clorofórmicos y metanólicos de <i>Ricinus communis</i> sobre <i>Phyllophaga</i> spp.	38
5.5 Actividad biológica de los extractos clorofórmicos y metanólicos de <i>Senecio salignus</i> sobre <i>Phyllophaga</i> spp.	43
5.6 Actividad biológica de los extractos clorofórmicos y metanólicos de <i>Ricinus communis</i> sobre <i>Phyllophaga</i> spp.	47
6. CONCLUSIONES	51
7. REFERENCIAS	52

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Clasificación taxonómica de <i>Spodoptera frugiperda</i>	5
2. Clasificación taxonómica de <i>Phyllophaga</i> spp.	11
3. Clasificación taxonómica de <i>Senecio salignus</i>	18
4. Clasificación taxonómica de <i>Ricinus communis</i>	21
5. Ingredientes y cantidades empleadas para preparar 100 g de dieta artificial, para la cría de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i>	28
6. Rendimientos de los extractos orgánicos de <i>Senecio salignus</i> y <i>Ricinus communis</i>	33
7. Pruebas preliminares de metabolitos secundarios de los extractos orgánicos de <i>Senecio salignus</i> y <i>Ricinus communis</i>	35
8. Actividad del extracto clorofórmico de las partes aéreas de <i>Senecio salignus</i> contra <i>Spodoptera frugiperda</i>	36
9. Actividad del extracto metanólico de las partes aéreas de <i>Senecio salignus</i> contra <i>Spodoptera frugiperda</i>	37
10. Actividad del extracto clorofórmico de <i>Ricinus communis</i> contra <i>Spodoptera frugiperda</i>	39
11. Actividad del extracto metanólico de <i>Ricinus communis</i> contra <i>Spodoptera frugiperda</i> .	40
12. Actividad del extracto clorofórmico de <i>Senecio salignus</i> contra <i>Phyllophaga</i> spp.	43
13. Actividad insecticida del extracto metanólico de <i>Senecio salignus</i> contra <i>Phyllophaga</i> spp.	45
14. Actividad del extracto clorofórmico de <i>Ricinus communis</i> sobre <i>Phyllophaga</i> spp.	47
15. Actividad del extracto metanólico de <i>Ricinus communis</i> sobre <i>Phyllophaga</i> spp.	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Ciclo de vida de <i>Spodoptera frugiperda</i>	6
2. Ciclo de vida de <i>Phyllophaga</i> spp.	13
3. Selección de larvas de segundo ínstar de <i>Spodoptera frugiperda</i> (derecha), vasos con dieta de acuerdo al tratamiento correspondiente (izquierda).	30
4. Preparación de extractos (a), inmersión de la larva de <i>Phyllophaga</i> spp. (b), vasos preparados con Peat Moss con larvas de <i>Phyllophaga</i> spp. de acuerdo a cada tratamiento	31
5. Efecto del extracto clorofórmico a 5 000 ppm de <i>Senecio salignus</i> sobre larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i>	36
6. Efecto del extracto metanólico a 5 000 ppm de <i>Senecio salignus</i> sobre larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i>	37
7. Efecto del extracto clorofórmico a 5 000 ppm de <i>Ricinus communis</i> sobre el desarrollo del crecimiento de <i>Spodoptera frugiperda</i>	39
8. Efecto del extracto metanólico a 5 000 ppm de <i>Ricinus communis</i> sobre larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i>	41
9. Mortalidad de larvas de <i>Phyllophaga</i> spp. de los extractos clorofórmicos de <i>Senecio salignus</i> a 5 000 ppm	44
10. Mortalidad de larvas de <i>Phyllophaga</i> spp. de los extractos metanólicos de <i>Senecio salignus</i> a 5 000 ppm	45
11. Mortalidad de larvas de <i>Phyllophaga</i> spp. de los extractos clorofórmicos a 5 000 ppm de <i>Ricinus communis</i>	48
12. Mortalidad de larvas de <i>Phyllophaga</i> spp. de los extractos metanólicos a 5 000 ppm de <i>Ricinus communis</i>	49

RESUMEN.

Para el control de plagas se usan productos de síntesis química que repercuten sobre el deterioro del medio ambiente y la salud del hombre; sin embargo la aplicación de extractos vegetales surge como una alternativa de menor impacto sobre el ambiente. Esta alternativa se emplea debido a que las plantas contienen metabolitos secundarios que pueden inhibir el desarrollo de los insectos y también pueden actuar como insecticidas. El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* es la plaga más importante del maíz, ya que en estado larval influye directamente sobre el rendimiento de este cultivo. La gallina ciega *Phyllophaga* spp. es la plaga principal que afecta el sistema radicular, por lo que su manejo se ha complicado al encontrarse en el suelo. Por tal motivo, en la presente investigación se evaluaron las actividades insecticidas e insectistáticas de los extractos clorofórmicos y metanólicos de las partes aéreas de *Senecio salignus* y *Ricinus communis* contra estas dos plagas del maíz. Los resultados mostraron que todos los tratamientos provocaron efectos negativos sobre *S. frugiperda* y *Phyllophaga* spp. Para *S. frugiperda*, los extractos clorofórmicos de *R. communis* y *S. salignus* a 5 000 ppm obtuvieron valores de viabilidad pupal del 10% y 5%. Los extractos metanólicos mostraron mayor actividad insecticida a 5 000 ppm, con viabilidad larval del 0%. Respecto a *Phyllophaga* spp., los extractos clorofórmicos tuvieron efecto de mortalidad del 100% a 5 000 ppm durante la primera hora con respecto a los extractos metanólicos donde el efecto se prolongó hasta 44 horas. Los extractos metanólicos de *R. communis* y *S. salignus* pueden emplearse como alternativa para el manejo de *S. frugiperda* y *Phyllophaga* spp.

1. ANTECEDENTES.

1.1 Situación problemática.

La lucha de la agricultura por proteger los cultivos, tiene sus inicios a partir del establecimiento del monocultivo; el cual modificó la diversidad natural rompiendo el equilibrio ecológico, propiciando el crecimiento de insectos fitófagos que llegaron a convertirse en plagas al causar daños económicos (Hernández, 2005).

El gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), es el insecto plaga de mayor importancia económica en muchos cultivos de nuestro país; ataca al cultivo de maíz en todas sus etapas de crecimiento (Arroyo, 2001; Murua y Virla, 2004; Nexticapan-Garcéz y col., 2009). En diversas entidades de nuestro país, se han registrado pérdidas que van desde el 13% hasta el 60% (SENASICA, 2009; Flores y Figueroa, 2010).

En la lucha por el control de este insecto plaga, el uso indiscriminado de insecticidas químicos sintéticos ha provocado efectos sobre el medio ambiente y la salud humana. En respuesta a esta problemática, se ha encontrado en las plantas y sus derivados una alternativa para el control de insectos plaga gracias a los compuestos que éstas sintetizan y que les han servido como defensa al ataque de insectos (Vázquez-Luna y col., 2007).

En México, la principal fuente de ingreso para los agricultores lo constituye los cultivos básicos y las hortalizas, ya que de ellos depende el sustento económico de muchas familias. Sin embargo, estos cultivos han sido afectados por una serie de problemas de tipo climático, agronómico y fitosanitario. Uno de los principales factores fitosanitarios que afectan la productividad agrícola lo constituye el complejo de plagas rizófagas como *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Melolonthidae) conocida como gallina ciega (Morón, 2010). Estos insectos están considerados como una de

las plagas de mayor importancia económica tanto en el cultivo de maíz, como de otros cultivos agrícolas, forestales y pastizales (Marín-Jarillo, 2001).

De acuerdo con los hábitos de desarrollo de la gallina ciega, el control mediante productos químicos ha sido poco eficiente (Nájera, 1993), debido a que no llegan a los sitios donde se alojan las larvas, lo que dificulta su control y encarecen los costos de producción (Herrera, 2006). El control biológico para este tipo de plaga ha sido mediante el uso de microorganismos (Jackson, 1993). Se han utilizado nemátodos (Sosa y Hall, 1989; Converse y Grewal, 1998), bacterias (Klein y Jackson, 1992; Kalla y col., 1992; Kaya y col., 1993; Robert y col., 1994) y hongos (Zhang y col., 1990; Alves y col., 1990; Keller 1992; Zimmermann, 1993; Shanon y col., 1993; Keller y col., 1999).

En la actualidad, se sabe que un gran número de especies vegetales causan alteraciones en el comportamiento y fisiología de los insectos, inhibiendo su alimentación, crecimiento y reproducción, e incluso llegando a ser tóxicos contra insectos, por lo que pueden ser destinados en la producción de insecticidas botánicos (Pungitore y col., 2005). Con base a lo anterior, en la presente investigación se evaluaron los extractos clorofórmico y metanólico de *Senecio salignus* y *Ricinus communis* sobre *S. frugiperda* y *Phyllophaga* spp.

1.2 Generalidades del maíz.

El maíz fue domesticado en el Hemisferio Occidental, el trigo y otros cereales de su tipo en el Cercano Oriente, y el arroz, en el Oeste de Asia (Flores, 2010). La producción mundial de este cereal es aproximadamente de 160 millones de toneladas, siendo el que aporta el 40% Estados Unidos; le siguen China (25%), Brasil (8.3%) y México (2.53%). El nivel de producción de maíz depende tanto de la superficie destinada a dicho cultivo, como de los rendimientos del mismo. Estados Unidos también es el país que más superficie destina y cuenta con los rendimientos más elevados del mundo (9.6 t ha^{-1}), razón por la cual es el primer productor de maíz a nivel mundial (FAO, 2012). La superficie que destina México para la siembra de maíz es de 7 050 000 hectáreas y cuenta con un rendimiento promedio de 3 t ha^{-1} (SE, 2012).

Este cultivo se siembra en dos ciclos anuales, los cuales comprenden primavera-verano y otoño-invierno. Durante el ciclo otoño-invierno se tiene como propósito principal la obtención de grano y la producción de elote para el mercado nacional y local. Las tendencias en la producción del maíz en relación con los demás cereales que se producen en México (trigo, sorgo, cebada, arroz y avena), en cuanto a la evolución del volumen de producción, indican que la tasa media anual de crecimiento (TMAC) de 1996 a 2006 fue de 2.0%, las bajas registradas en 2002 y 2005 en la producción fueron de -4.1 y -10.8%, respectivamente (SIACON-SIAP, 2006).

La producción de maíz en México se ve afectada por diferentes factores como el daño provocado por insectos plaga (García y Mier, 2010), como *Rhopalosiphum maidis*, *Mythimna unipuncta*, *Phyllophaga* spp. y *S. frugiperda* (Flores y Figueroa, 2010).

1.3 Principales plagas del maíz.

El maíz es afectado por un conjunto de especies, tanto animales como vegetales, que son consideradas plagas de mayor o menor importancia, y que pueden diferenciarse a grandes rasgos en: plagas animales (vertebrados, artrópodos, nemátodos), malezas (poáceas y latifoliadas) y enfermedades (bacterias, hongos, virus, micoplasmas, etc.) (Guerra y Clavijo, 1993).

Dentro del orden Lepidoptera, se encuentra el gusano trozador *Agrotis ipsilon*, el gusano elotero *Helicoverpa zea* y la plaga principal, el gusano cogollero *S. frugiperda*. También se puede encontrar trips como *Caliothrips phaseoli* y *Frankliniella* spp., el pulgón del cogollo *Rhopalosiphum maidis*, la pulguita negra saltona *Chaetocnema ectypa*, las chinches apestosas *Nezara viridula* y *Euschistus servus*, la chicharrita del maíz *Dalbulus maidis*, *Dalbulus elimatus*, la mosquita pinta *Euxesta* spp., *Phyllophaga* spp., y el gusano de alambre *Elateridae* spp. (SIA-HUARAL, 2004).

1.4 Generalidades de *Spodoptera frugiperda*.

El gusano cogollero del maíz, *S. frugiperda*, es una de las principales plagas del maíz en regiones tropicales y subtropicales de América (Polanczyk y col., 2000; Vergara y col., 2001). La clasificación taxonómica de esta especie se presenta en el Cuadro 1 (Farías, 2001).

Es una especie polífaga (Sosa, 2003) de metamorfosis completa; las pequeñas larvas se alimentan tres días después de la emergencia y son de hábito nocturno. Las hembras ovipositan principalmente en los durante los primeros cuatro días después de copular, pueden colocar de 1 000 a 2 000 huevos, en camadas o recubiertos de filamentos blancos, escamas y secreciones. Las larvas eclosionan dos a tres días después de la colocación de los huevos (Fernández y col., 2000).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de *Spodoptera frugiperda*.

Reino	Animalia
Filo	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Lepidoptera
Familia	Noctuidae
Género	<i>Spodoptera</i>
Especie	<i>S. frugiperda</i>

Los daños que este gusano ocasiona a la planta son sobre las partes tiernas de las hojas, que posteriormente aparecen como pequeñas áreas translúcidas; una vez que la larva alcanza cierto desarrollo, empieza a comer el follaje en el cogollo que al desplegarse, las hojas muestran una hilera regular de perforaciones a través de la lámina. En esta fase, es característico observar los excrementos de la larva en forma de aserrín (Ortiz, 2010).

1.4.1. Ciclo biológico.

Cada hembra oviposita un promedio de $1\ 044 \pm 391.8$ huevos a lo largo de su vida, agrupados en masas que promedian los 100 a 150 huevos cada una (Murúa y col., 2008). Las posturas están cubiertas por hilos de seda y escamas de coloración grisácea (Valverde y col., 1995). Los huevos son esféricos, blanquecinos, estriados, de 0.5 mm de diámetro. Los lugares en donde estos huevos son depositados no siempre corresponden a la planta que va a servir de alimento para las larvas. Los huevos son colocados en la parte media de la planta, en el envés o en la zona basal de las mismas (Clavijo y Pérez Greiner, 2000; Murúa y col., 2009).

Luego de eclosionar, las larvas permanecen agrupadas en la parte baja de las plantas, refugiadas entre las hojas. El primer alimento de las mismas es el corion de los huevos, después de lo cual, si el hospedero no es el adecuado, migran a

través de un hilo de seda en busca de alimento. Las más jóvenes comen durante el día mientras que en los últimos instares son más activas de noche. El período larval dura un promedio de 25 días, pasando generalmente por seis instares (Capinera, 1999). Para completar su desarrollo, las larvas consumen un total de 179,7 cm² de superficie foliar de hojas de maíz y dejan de alimentarse justo antes de alcanzar el último instar larval (Rezende y col., 1994).

La pupa regularmente se encuentra en el suelo, entre 3 y 5 cm de profundidad, donde forma una cámara pupal, en la cual permanecen por 10 días aproximadamente, para posteriormente emerger como adultos. Los ímagos copulan y pueden ovipositar en el mismo cultivo. El ciclo completo dura entre 35 y 40 días y depende de la temperatura y humedad (Murúa y Virla, 2004). El ciclo de vida de *S. frugiperda* se muestra en la figura 1.

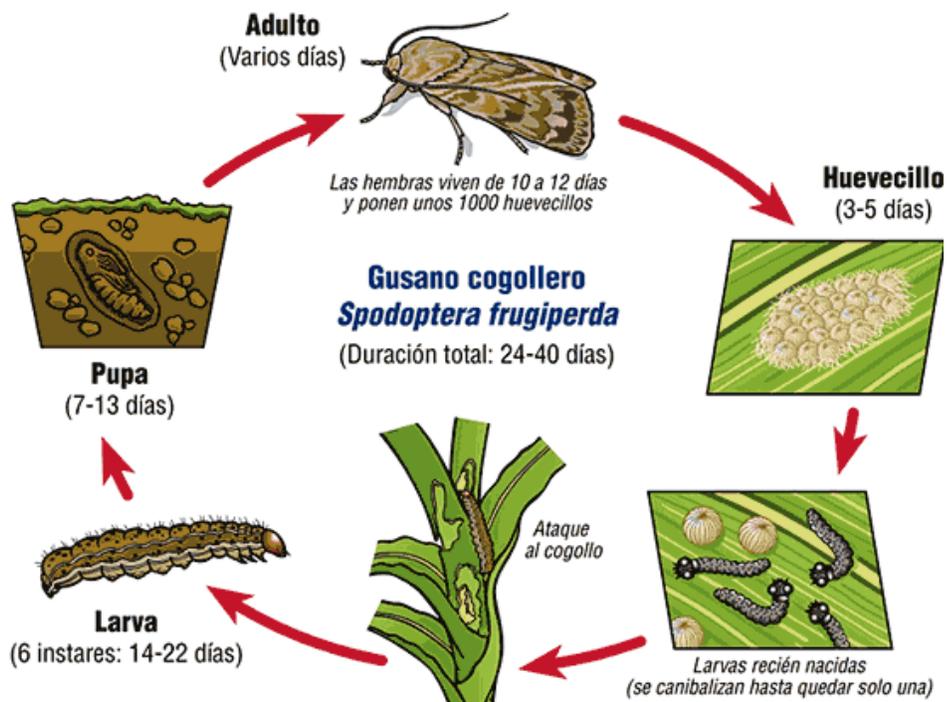


Figura 1. Ciclo biológico de *Spodoptera frugiperda* (BAYER CROPSCIENCE, 2014).

1.4.2. Distribución geográfica de *Spodoptera frugiperda*.

En la República mexicana, a este insecto se le puede localizar en algunas zonas de siembra del maíz, destacando los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Guadalajara, Colima, Nuevo León, Chihuahua, Michoacán, Oaxaca, Morelos, Guerrero, Veracruz, Chiapas y Campeche; también se encuentra en estados que tienen una altitud mayor a 2 000 m.s.n.m. como Durango, San Luis Potosí, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Guanajuato, Querétaro y el Estado de México (Alcalá, 2008).

1.4.3. Importancia económica de *Spodoptera frugiperda*.

Este insecto es la principal plaga de importancia económica para el cultivo del maíz (García y col., 2002) y de otros cultivos como el sorgo, arroz, caña de azúcar, algodón y pastos (Vélez, 1997). En el maíz, esta plaga ha reducido su rendimiento entre un 35 y 40% (Torres y Cotes, 2005) hasta la pérdida total del cultivo.

En México, el monitoreo de esta plaga como método de estudio se inició desde el año 1989, y en años recientes se ha realizado en regiones productoras de maíz como Chiapas y Michoacán (Gutiérrez y col., 2004).

Las infestaciones por esta plaga han hecho un uso indiscriminado de insecticidas químicos sintéticos con concentraciones de dos o tres veces las recomendadas, dando como consecuencia el desequilibrio biológico y mayor resistencia (García, 1996; Villamizar y col., 2004). Una alternativa para el manejo integrado de esta plaga es el empleo de productos botánicos, puesto que son herramientas útiles y deseables que pueden ser eficaces para complementar las acciones de los enemigos naturales (Schmutterer, 1990).

1.5 Métodos de manejo de *Spodoptera frugiperda*.

Las alternativas actuales para poder manejar esta plaga se basan principalmente en las prácticas agronómicas que se le proporcione al cultivo. De esta manera, se pueden derivar algunos manejos que sean necesarios para poder garantizar que se lleve a cabo la infestación. Otras alternativas van encaminadas al manejo mismo de la plaga (Gladstone y Hruska, 2003).

1.5.1. Manejo cultural.

La preparación del suelo es una medida que se lleva a cabo con la finalidad de destruir las fases de larva y pupa que se encuentran en el suelo. El arado permite que larvas y pupas queden expuestas bajo la acción directa de la intemperie y al ataque de enemigos naturales. Para garantizar una buena práctica de control, es necesario eliminar las plantas hospederas donde pudiera alojarse la plaga, además, debe considerarse una mayor densidad de siembra, para permitirle al cultivo tolerar el daño producido por las plagas a las cuales es susceptible (Alcalá, 2008).

1.5.2. Manejo químico.

En México, se utilizan como agentes químicos de control sustancias químicas que se agrupan dentro de los siguientes compuestos:

- **Organofosforados:** el clorpirifos (Lorsban), diazinon (Basudin, Danol), paratión metílico (Methion, Metacide), manocrotofos (Azodrín, Inisan, Nuvacron), parathion metílico (Methion, Metacide).
- **Carbamatos:** carbaril (Sevin, Cebicid), thiodicarb (Larvin), metomilo (Lannate, Nudrín, Metavín).

- **Piretroides:** cipermetrina (Cymbush, Arrivo, Sherpa), lambdacialotrina (Karate), deltametrina (Desis), permetrina (Ambush, Pounce).

Todos estos insecticidas químicos sintéticos deben aplicarse hacia el punto de crecimiento de la planta cuando la presencia de las larvas no rebase el tercer ínstar de desarrollo (Cortez y col., 2002).

1.5.3. Manejo biológico.

Se han obtenido buenos resultados con liberaciones de *Telenomus remus*, parásito de huevos de *S. frugiperda*, disminuyendo la necesidad de aplicar otras medidas para su manejo (Andara, 1990).

Se usan también nemátodos entomopatógenos de los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis*, los cuales son muy efectivos en el suelo, y actúan en simbiosis con bacterias (*Xenorhabduas* y *Photorhabdus*) del suelo (Aldana y col., 2010). A diferencia de otros microorganismos que necesitan de varios días para matar la plaga, los nemátodos lo hacen entre 24 y 48 días (Roberts y col., 2004).

Bacterias entomopatógenas son otros agentes que, al momento de incubarse dentro del cuerpo de la larva producen toxinas haciendo que ésta se vuelva más lenta. Las larvas infectadas presentan una consistencia blanda por todo el cuerpo y al poco tiempo mueren teniendo una coloración negra (Gladstone y col., 2003). La bacteria más estudiada y utilizada es *Bacillus thuringiensis*, debido a que tiene un amplio espectro de hospederos y el grado de toxicidad es bastante fuerte (Vergara, 2004).

La aplicación de virus entomopatógenos como es el caso del virus de la poliedrosis nuclear, ha tenido éxito para el control de lepidópteros noctuidos. Normalmente, la transmisión se realiza por vía oral junto al alimento que toma el insecto plaga; los síntomas morfológicos, fisiológicos y de comportamiento son variados. Las larvas

enfermas se desplazan lentamente hacia el ápice de la planta, en donde se cuelgan con las propatas y mueren (Lewis y Rollinson 1978).

Se han empleado algunos hongos entomopatógenos para el control de *S. frugiperda* como es el caso de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* (Ferron y col., 1981) y *Trichoderma harzianum* (Aldana y col., 2010).

1.5.4. Manejo botánico.

Las plantas contienen gran cantidad de sustancias químicas que emplean en su defensa contra patógenos y herbívoros (Ware y Whitaker, 2004). Entre las plantas más utilizadas en el manejo de insectos plaga, se encuentra el Nim *Azadirachta indica*, planta a la que se atribuye la mayor actividad insecticida e insectistática a nivel mundial (Rodríguez, 1999; Gutiérrez y col., 1999), debido a que presenta efectos antialimentario, repelente, insecticida, regulador del crecimiento y causante de esterilidad en hembras adultas (Allan y col., 2002).

1.6 Generalidades de *Phyllophaga* spp.

Es la plaga del suelo de mayor impacto económico en Latinoamérica. Ha sido reportada en más de 40 cultivos alimenticios, causando desde un amarillamiento de las plantas hasta la pérdida total del cultivo. Para el cultivo de maíz se registran pérdidas anuales cercanas al 15% (Arguello y col., 1999).

Los insectos pertenecientes al complejo gallina ciega son comúnmente conocidos en México como “mayates”, “escarabajos sanjuaneros”, “escarabajos de mayo” o “escarabajos de junio” en su estado adulto y “gallinas ciegas”, “gusanos blancos” o “nixticuiles” en su estado larvario, siendo el género *Phyllophaga* el más importante y de mayor distribución (Morón, 1986).

Las larvas se desarrollan en el suelo consumiendo raíces y materia orgánica. Pocos estudios se han desarrollado para conocer o evaluar las faunas regionales o

estatales de este grupo tan diverso y abundante. El complejo "gallina ciega" está integrado en México por casi 600 especies asociadas a 12 diferentes géneros (Morón, 1993), entre éstos, *Phyllophaga*, el cuenta con 369 especies agrupadas en los subgéneros *Chlaenobia*, *Chirodines*, *Phytalus*, *Phyllophaga*, *Tostegoptera*, *Eugastra* y *Triodonyxy Listrochelus* (Morón, 2003). La clasificación taxonómica de la gallina ciega se presenta en el Cuadro 2 (Morón, 2013).

El manejo químico de este tipo de insectos se ha reducido por el costo económico y por el efecto ambiental que representa (Robertson y col., 1970). La dificultad de manejo se debe al desconocimiento de su dinámica poblacional, es decir a la movilidad de las larvas en el suelo por cambios de humedad, temperatura y disponibilidad de raíces para alimento; este método puede afectar tanto larvas rizófagas, saprófagas o facultativas (Rodríguez y col., 2004).

Cuadro 2. Clasificación taxonómica de *Phyllophaga* spp.

Reino	Animalia
Filo	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Coleoptera
Familia	Melolonthidae
Géneros	<i>Phyllophaga</i> , <i>Anomala</i> , <i>Cyclocephala</i> .

1.6.1. Ciclo biológico de *Phyllophaga* spp.

El período de preoviposición de las hembras adultas es de 1 a 2 semanas. El período de oviposición varía entre los 50 y 100 días y puede llegar a poner hasta 140 huevos. Después de una oviposición inicial de unos 10 ó 20 huevos que la hembra deposita durante un período de 2 a 4 días, se requiere que el segundo grupo de huevos haya madurado en los ovarios. Para continuar depositando más

huevos, el desarrollo de los huevos depende de la cantidad y calidad de la comida ingerida (King y Saunders, 1984).

Los huevos eclosionan entre los 10 y 14 días; recién depositados son elongados, blancos y opacos; después de siete días los huevos fértiles son ovalados o esféricos, se tornan de color blanco translúcidos, casi perlados. Son depositados individualmente, entre 2 y 10 cm de profundidad. Las larvas de primer y segundo ínstar se alimentan de materia orgánica y raíces pequeñas. Las larvas de tercer ínstar (el de mayor importancia económica) son gusanos blancos, gordos, carnosos y arrugados, de color blancuzco. Las patas están bien desarrolladas y a menudo velludas. La cabeza es hipognata y esclerotizada, amarillo pardo, con mandíbulas grandes, las larvas alcanzan tamaños hasta 50 mm de largo, según la especie. Todas las etapas larvales viven en el suelo y en el caso de las especies fitófagas, los dos primeros ínstaes se alimentan de pequeñas raíces de plantas vivas e ingieren cantidades de suelo y materia orgánica; las de tercer ínstar son estrictamente rizófagas (Coto, 2000).

Las larvas construyen una celda en el suelo donde experimentan un período de descanso de 15 a 21 días antes de convertirse en pupa. La emergencia de los adultos depende de las condiciones ambientales como humedad y temperatura. (King y Saunders, 1984).

Los adultos miden de 1 a 3 cm de largo según la especie; varían de color amarillento a rojizo o grisáceo; pardo oscuro a naranja pardo; algunos son brillantes y presentan pelos sobre el cuerpo. Emergen y vuelan poco después de las primeras lluvias del año (Gaylor y Frankie, 1979). El ciclo de vida de la gallina ciega se muestra en la figura 2.

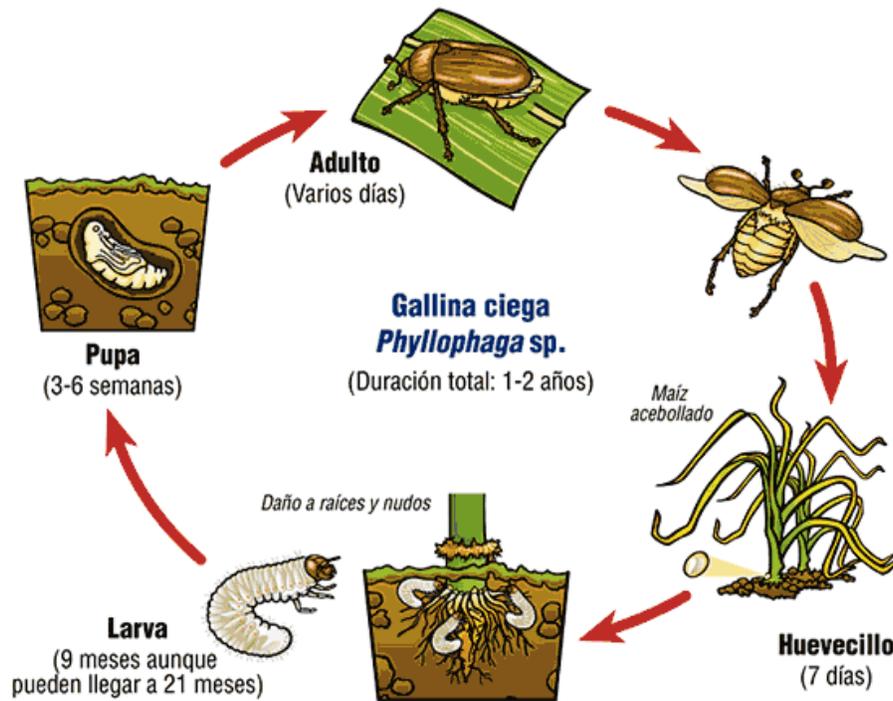


Figura 2. Ciclo biológico de *Phyllophaga* spp. (BAYER CROPS SCIENCE, 2014).

1.6.2. Distribución geográfica de *Phyllophaga* spp.

El género *Phyllophaga* suele distribuirse en Canadá hasta Argentina, Estados Unidos de América, México, Sur de Texas, Centro América y El Caribe (Rodríguez, 1993; Reinert, 1979; Huffman y Arding, 1980; Teetes y col., 2006).

1.6.3. Importancia económica de *Phyllophaga* spp.

Las larvas de varias especies de este género causan daños severos a muchos cultivos en América Central y parte del Sur y Norteamérica. Entre los cultivos afectados están maíz, papa, pastos, hortalizas, granos básicos y algunos cultivos perennes. El control de esta plaga se ha dificultado debido a su hábito subterráneo; su detección se da cuando el daño del cultivo ha ocurrido (King y Saunders, 1984).

Los adultos de gallina ciega son una plaga importante que ataca al follaje de numerosas plantas de interés económico para el hombre como lo es el maíz, frijón, café, trigo, caña de azúcar, flores, frutales, papa, camote, hortalizas, arroz, pastos y viveros forestales, siendo las larvas las de mayor importancia económica por sus hábitos rizófagos. Las larvas pueden dañar hasta el 50 % de las plántulas de ciclo anual (Morón, 1984).

1.7 Métodos de manejo de *Phyllophaga* spp.

Las alternativas para el manejo de esta plaga han sido limitadas y se han incluido por mucho tiempo a técnicas de preparación del suelo y control químico como preventivo (Arguello, 1997).

1.7.1. Manejo cultural.

En el manejo de labranza en terrenos donde se ha establecido especies de *Phyllophaga* de ciclo largo (bianual), es efectivo el arar a profundidades entre 5 y 7 pulgadas con varios pases de rastra en la estación seca o lluviosa, con el objetivo de intervenir en el momento en que se activan las larvas del tercer ínstar, aunque este método es poco seguro para reducir poblaciones de ciclo anual.

Los productores de caña de azúcar en Florida, aparte de hacer inundaciones en sus cultivos, utilizan el arado de discos y con ello, además de matar a las larvas, éstas quedan expuestas y sirven de alimento para las aves (Cherry y col., 2001; Cherry y Lentini, 2002). La solarización con plástico transparente ha presentado una cierta acción no cuantificada sobre plagas del suelo (Lim y col., 1980). Sin embargo, en Costa Rica han sido probados diferentes tipos de plástico combinados con insecticidas y diatomita para el control de larvas de gallinas ciega de las especies *Phyllophaga* spp., *Cyclocephala* spp. y *Anomala* spp. En cultivos de fresa, se ha comprobado que la combinación de plástico transparente con diatomita disminuye el número de plantas dañadas por estas plagas (Abarca y col., 1992).

Otra de las prácticas es el manejo de la maleza (Díaz, 2002). En plantaciones de abeto, prácticas como el chaponeo de malezas propició que los árboles presentaran el mayor número de larvas y en consecuencia el mayor daño, en comparación con el tratamiento en donde no se chaponeó la maleza (Bradford y col., 1987).

1.7.2. Manejo químico.

Whitney y Zimmerman (1989) llevaron a cabo ensayos de campo con los insecticidas Carbaril (Sevin 80S, Sevin SL), Clorpirifos (Dursban 2E), Triclorfon (Dylox 4L), Bendiocarb (Turcam 76W), Diazinon (Spectracide) e Isazofos (Triumph 4E) en el sureste de Colorado, Estados Unidos de América, dando como resultado que el uso de cualquiera de los insecticidas mencionados con anterioridad, controlan un 60% de larvas del último instar de *Phyllophaga polyphylla*.

Mc Bride (1984) evaluó la eficiencia de insecticidas contra *Phyllophaga anixia* y *Phyllophaga implícita* en Dakota del Norte, Estados Unidos de América, arrojando resultado que el Terbufos aplicado en bandas sobre el surco al tiempo de la siembra, es efectivo como Furadán y el Temik. Los insecticidas Neonicotinoides (Imidacloprid, Clotianidin) son menos tóxicos que los organofosforados y carbamatos, sin embargo sólo son efectivos cuando son usados en forma preventiva (Koppenhofer y Fuzy, 2007).

1.7.3. Manejo biológico.

Varias especies de avispidas del género *Tiphia* (Hymenoptera: Tiphidae) como el caso de *Tiphia popilliavora* y *Tiphia vernalis* parasitan poblaciones de gallina ciega (Rogers y Potter, 2004).

Hasta el momento se conocen tres especies de bacterias contra gallina ciega, éstas son: *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus sphericus* y *Penibacillus popilliae*, con actividad

de control sobre insectos en los órdenes Diptera, Ortoptera, Hymenoptera y Coleoptera (Badii y Abreu, 2006). Diversas cepas de *P. popilliae* han sido reportadas infestando a más de 70 especies de larvas de gallina ciega (Ibarra, 2007). En Costa Rica fue encontrado un complejo de bacterias nativas identificadas como *Bacillus cerus* y *Erwinia* spp., mediante pruebas de patogenicidad *in vitro* y en campo se obtuvo 100% de mortalidad en huevos y larvas de primero, segundo y tercer ínstar de las especies *Phyllophaga menetriesi* y *P. obsoleta* (Vargas y Abarca, 1991).

También se han reportado hongos entomopatógenos sobre larvas del género *Phyllophaga* como *B. bassiana* y *M. anisopliae*, *B. bassiana* ocasionó niveles de mortalidad de 24%, mientras que *M. anisopliae* ocasionó entre el 82 y 97% de mortalidad de las larvas de segundo y tercer ínstar a 1×10^8 conidios mL⁻¹ (Poprawski y Yule 1991; Flores y col., 2002).

Por otra parte, nemátodos entomopatógenos de las familias *Steinernematidae* y *Heterorhabditidae* han sido reportados para el control de estas plagas (Melo-Molina y col., 2007). Quintero-Marin y col. (2006) evaluaron la infectividad de los nemátodos *Heterorhabditis* (INS 0100 y sp-CIAT) y *Steinernema* (SIN 0198) sobre larvas de tercer ínstar de *Phyllophaga menetriesi*, observando que el nemátodo *Steinernema* (SIN 0198) mostraba un porcentaje de mortalidad del 80% bajo una concentración de 7 000 nemátodos en fase Infecciosa Juvenil mL⁻¹.

1.7.4. Manejo botánico.

Se tiene registrado el efecto insecticida de algunas especies vegetales contra esta plaga, como *Calendula officinalis*, *Raphanus sativus* y *Ruta graveolens*, así como también las semillas de *Annona squamosa*, *Annona cherimolia* y *Annona muricata* contra *Phyllophaga obsoleta* (Salamanca, 2006).

También se ha encontrado que los extractos de semillas de *Trichilia havanensis* tuvieron alta actividad antialimentaria contra las mismas especies (Escobar-Valencia y col., 2007).

Se ha reportado que los extractos vegetales tanto frescos como secos de *Psacaliopsis purpusii* disminuyeron los daños de *Phyllophaga ravidia* y *P. vetula* sobre plantas de maíz a nivel de invernadero a concentraciones del 10 y 15%. También se ha encontrado que los extractos de semillas de la tinajilla *T. havanensis* tuvieron alta actividad antialimentaria contra las mismas especies (Escobar-Valencia y col., 2007). Por otra parte, Hincapié y col. (2008) mencionan que los extractos de acetato de etilo de semillas de *Annona muricata* mostraron efectividad para el control de *P. obsoleta*.

1.8 Importancia de los extractos botánicos.

Las plantas al principio fueron utilizadas como polvos o extractos y posteriormente se estudiaron las especies que presentaban moléculas con fácil arreglo químico y con potencial tóxico, dejando a un lado las moléculas complejas, no efectivas en mortalidad y con poca especificidad (Rodríguez y col., 1982).

La investigación sobre la actividad que presentan las sustancias de las plantas es importante para conocer y aplicar nuevas alternativas de manejo de insectos plagas, debido a que algunas de ellas pueden ser letales (Tipping, 1987), otras suelen tener características insecticidas (Rodríguez y Vendramim, 1996) e insectistáticas capaces de interferir negativamente sobre los hábitos alimenticios, en su conducta y en el desarrollo de una especie de insecto determinada (Levinson y Levinson, 1973).

La mayoría de las plantas producen metabolitos como fenoles, terpenoides, alcaloides, acetilenos, ácidos carboxílicos, ácidos grasos, entre otros, con propiedades insecticidas, acaricidas y nematocidas, convirtiéndolas en herramientas útiles para el manejo de plagas agrícolas (Chitwood, 1992; Céspedes y col., 2001;

Vásquez y col., 2007; Sosa y Tonn, 2008). Una de las formas de aprovechar estos metabolitos es mediante la preparación de sus tejidos en extractos vegetales o infusiones utilizando diferentes solventes como agua, alcohol, éter etílico, aceites, cetonas y benceno (Rodríguez y Lagunes, 1992; Verduzco y col., 1996). Aunque existe una menor proporción de metabolitos en extractos acuosos, esta es la técnica más sencilla para obtener productos naturales que pueden ser utilizados en el manejo de plagas o enfermedades (Lagunes y Villanueva, 1994).

1.9 Generalidades de *Senecio salignus* (Asteraceae).

La tribu Senecioneae es la más grande de las 13 tribus de la familia Asteraceae, ya que tiene cerca de 3 000 especies (Heywood y Harborne, 1997). Esta tribu es representada en México y Centroamérica por 165 especies que pertenecen a 19 géneros, incluido el género *Senecio* (Barkley, 1995), de los cuales en México hay cerca de 102 especies que constituyen el 62% de la región (Barkley y col., 1996). La clasificación taxonómica se muestra en el Cuadro 3.

S. salignus se utiliza para tratar fiebres intermitentes y el reumatismo (Martínez-Moreno y col. 2006). En el estado de Chiapas, se utiliza como un insecticida para el cultivo del maíz y también como planta ornamental (López-Pérez y col., 2007).

Cuadro 3. Clasificación taxonómica de *Senecio salignus* (Sánchez y col., 2012).

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Tribu	Senecioneae
Género	<i>Senecio</i>
Especie	<i>S. salignus</i>

1.9.1. Distribución geográfica de *Senecio salignus*.

La especie de *S. salignus* es originaria de América y se distribuye desde el sur de Arizona hasta el Salvador y Honduras (Nash y Williams, 1976). En nuestro país se distribuye alrededor de Chiapas, Colima, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Sonora, Tabasco y Veracruz (Rzedowski y Rzedowski, 2001).

1.9.2. Descripción de *Senecio salignus*.

Arbusto frondoso con abundantes ramas; sus hojas son sésiles y puntiagudas llegan a medir hasta 1.5 cm de ancho, posee numerosas inflorescencias densas; cada inflorescencia lleva 5 a 6 flores liguladas de color amarillo brillante. Las plantas crecen en áreas de matorral desértico en altitudes inferiores a 2870 m (López-Pérez y col., 2007).

1.9.3. Componentes químicos.

A partir de partes aéreas se han encontrado algunos alcaloides como la pirrolizidina, lactonas, sesquiterpenos (Bohlmann y col., 1989) y otros compuestos aislados como el ácido hexadecanoico (3.76%), (Z, Z)-ácido octadecadienoico (7.5%), (Z, Z, Z)-9, 12,15-ácido octadecatrienoico (5%), escualeno (5.17%) y nonacosano (10.11%) (Bhakuni y col., 2011).

A partir de un análisis de cromatografía de gases acoplada a espectrofotometría de masas se han identificado diversos compuestos, como el isocariofileno (0.61%), α -cadineno (1.0%), ácido tetradecanoico (0.57%), 3-(6-metoxi-3-metil-2-benzofuranilo) butirato de etilo (0,41%), ácido octadecanoico (1.24%), ácido eicosanoico (1.53%), ácido docosanoico (0.88%), ácido tricosanoico (0.24%), heptacosano (0.84%), ácido tetracosanoico (0.54%), octacosanol (0.46%), ácido hexacosanoico (0.63%), triacontano (1.45%), ácido octacosanoico (0.53%),

dotriacontano (0.32%), tritriacontano (1.15%), ácido triacontanoico (0.56%), ácido dotriacontanoico (0.45%) (Pérez y col., 2013).

1.9.4. Actividad insecticida e insectistática de *Senecio salignus*.

Se ha reportado que *S. salignus* en la región de los Altos Chiapas, México, se usó para evitar los daños provocados por el gorgojo de maíz y frijol almacenado (Miranda, 1952), pero su uso ha ido desapareciendo gradualmente.

La raíz de *S. salignus* ha mostrado ser efectiva para el control del gorgojo mexicano del frijol *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae) (Rodríguez y López, 2001).

El género *Senecio* contiene alcaloides pirrolizidínicos y derivados de eremofilano como parte de su composición química (Romo, 2007).

1.10 Generalidades de *Ricinus communis* (Euphorbiaceae).

La higuierilla es una planta exótica importante en México, desde la antigüedad hasta en la actualidad, la semilla de higuierilla ha sido utilizada para extraer aceites que se usan como combustible en lámparas y con fines medicinales como purgante (Scarpa y Guerci, 1982; Mazzani, 2007). Las semillas poseen sustancias como albúminas, ricina, y alcaloides como la ricinina, que son utilizados como nematocidas e insecticidas para el manejo de plagas (Céspedes y col., 2001; Kouri y col., 2006; CORPOICA, 2008). En el área agrícola, el bagazo de la higuierilla se utiliza como fertilizante orgánico, además de que hojas y semillas son usadas como materia prima para la elaboración de extractos para el control de insectos plaga, roedores, moluscos y fitopatógenos, con resultados exitosos (Cuadra, 1981; Upasani y col., 2003; Rodríguez, 2005). La clasificación taxonómica se muestra en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Clasificación taxonómica de *Ricinus communis* (Bigi, 2004).

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malpighiales
Familia	Euphorbiaceae
Tribu	Acalypheae
Género	<i>Ricinus</i>
Especie	<i>R. communis</i>

1.10.1. Distribución geográfica de *Ricinus communis*.

La especie *R. communis* es originaria del continente Africano; en nuestro país se distribuye alrededor de Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Distrito Federal, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán (Villaseñor y Espinosa, 1998).

1.10.2. Descripción de *Ricinus communis*.

Arbusto perenne de 1 a 6 metros de altura, cuyas hojas son de color verde o rojizo, miden 30 a 60 cm de diámetro. Las hojas son alternas, contienen de 5 a 12 lóbulos con segmentos dentados. Los tallos son variables en la pigmentación. Las flores son monoicas, miden 30 a 60 cm. El fruto es una cápsula espinosa de tres celdas. Las semillas difieren en tamaño y color, son ovales de 8 a 18 mm de largo y 4 a 12 mm de ancho. La testa es muy suave, fina y quebradiza. Las semillas de ricino tienen un aditamento rugoso denominado carúncula, localizado en el extremo opuesto de la semilla (Trease y Evans, 2002).

Las flores son monoicas, dispuestas en el espesor de un raquis, poseen panículas espigadas; las flores masculinas son poco pecioladas, sobre pedúnculos ramificados en la base de la panícula; las flores femeninas son sésiles con brácteas ampliamente triangulares (Bentley y Trimen, 2007).

1.10.3. Componentes químicos.

El estudio fitoquímico de *R. communis* establece que la planta contiene esteroides, saponinas, alcaloides, flavonoides y glicósidos. Las hojas secas muestran la presencia de alcaloides, ricinina (0,55%) y N-dimetilricinina (0.016%), y seis flavonas glucosídicas: kaempferol-3-O- β -D-xilopiranosido, kaempferol-3-O- β -D-glucopiranosido, quercetina-3-O- β -D-glucopiranosido, quercetina--3-O- β -D-xilopiranosido, kaempferol-3-O- β -rutinosido, quercetina-3-O- β -rutinosido, los monoterpenos (1, 8-cineol, alcanfor y α -pineno) y el sesquiterpeno (β -cariofileno), ácido gálico, quercetina, ácido gentísico, rutina, epicatequina y el ácido elágico son los principales compuestos fenólicos aislados de hojas. El ácido indol-3-acético ha sido extraída de las raíces (Darmanin y col., 2009; Singh y Ambika, 2009).

Las semillas contienen hasta 45% de aceite que consisten glucósidos de tipo ricinoleico, isoricinoleico, ácido esteárico, ácidos dihidroxiesteáricos, lipasas y ricinina (Khogali y Abou-Zeid, 1992). El estudio de aceite de ricino mostró la presencia de ésteres como palmítico (1,2%), esteárico (0,7%), araquídico (0,3) hexadecenoico (0,2%), oleico (3,2%), linoleico (3,4), ricinoleico (89,4%), y ácidos dihidroxiesteáricos (Kang y col., 1985). También contiene ricinina. También se tiene campesterol, estigmasterol, Y-sitosterol, fucoesterol, y un probucol aislado del extracto de éter de semillas. El análisis de CG-EM de *R. communis* se han identificado compuestos como el cineol (30,98%), α -pineno (16,88%), alcanfor (12,92%) y canfeno (7,48%) (Kadri y col., 2011). A partir de la testa de la semilla se ha obtenido el 30-Norlupan-3 β -ol-20-ona (Malcolm y William, 1968).

1.10.4. Actividad insecticida e insectistática de *Ricinus communis*.

La higuera *R. communis* tiene actividad nematocida e insecticida la cual produce metabolitos secundarios como la ricinina (Topping y col., 1982; CORPICA 2008). Los tejidos de higuera liberan compuestos tóxicos y dos lectinas, la ricina y la aglutinina, ambas con capacidad para adherirse fuertemente a los anfidios de los nemátodos fitoparásitos como los formadores de nudos o agallas en el sistema radical (*Meloidogyne* spp.) y modificar así su comportamiento quimiotáctico (Marbán y col., 1987; Rich y col., 1989).

También se ha reportado que los extractos de las hojas y las semillas de *R. communis* se utilizan en el combate de curculiónidos de importancia agrícola (Niber, 1994; Tinzaara y col., 2006), causan muerte por ingestión y contacto (Álvarez y col., 1996), puede repeler a los insectos y tienen propiedades insectistáticas (Rodríguez, 2005). Se ha demostrado que el aceite de ricino tiene actividad insecticida contra *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae) (Mushobozy y col., 2009).

Por otra parte se reporta a la higuera como alternativa de control del picudo barrenador del chile *Anthonomus eugenii* (Coleoptera: Curculionidae) mediante la aplicación de extractos acuosos de hoja y semilla al 20% (Palma, 1998). También muestra actividad insecticida, por contacto e ingestión, de extractos de hoja de higuera al 5% sobre el picudo del arroz *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae), utilizando éter de petróleo y etanol como solventes de extracción (Álvarez y col., 1996).

2. HIPÓTESIS.

De los extractos obtenidos de *Senecio salignus* y de *Ricinus communis* al menos uno de ellos presentará actividad insecticida y/o insectistática contra larvas de *Spodoptera frugiperda* y/o *Phyllophaga* spp.

3. OBJETIVOS

3.1. General

Evaluar la actividad insecticida e insectistática de los extractos clorofórmico y metanólico de *Senecio salignus* y de *Ricinus communis* contra larvas de *Spodoptera frugiperda* y de *Phyllophaga* spp.

3.2. Específicos

- 1) Determinar las actividades insecticida e insectistática de los extractos clorofórmico y metanólico de las partes aéreas de *S. salignus* contra *S. frugiperda* y *Phyllophaga* spp.
- 2) Determinar las actividades insecticida e insectistática de los extractos clorofórmico y metanólico de las partes aéreas de *R. communis* contra *S. frugiperda* y *Phyllophaga* spp.

4. METODOLOGÍA.

4.1. Materiales

- Mantilla de calentamiento para matraz de 3 L.
- Matraz bola 3 L.
- Refrigerante de serpentín.
- Columnas empacadas.
- Vasos de precipitado
- Matraz Erlenmeyer.
- Probetas.
- Embudos sinterizados.

4.2. Equipo

- Cámara bioclimática.
- Ultrasonido.
- Evaporador rotatorio.
- Riostato.

4.3. Procedimiento.

4.3.1 Sitio de Estudio.

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Compuestos Naturales Insecticidas, ubicado en el Edificio 6 de la Facultad de Química en la Universidad Autónoma de Querétaro.

4.3.2 Material biológico.

Para este estudio se colectaron partes aéreas de *S. salignus* en el municipio de Tenancingo, Estado de México, el cual se localiza entre las coordenadas 18° 57' 5" y 19° 02' 25" latitud Norte, 98° 35' 45" y 99° 38' 37" longitud Oeste, a una altura

promedio de 2 020 m.s.n.m. Las partes aéreas se dejaron secar a la sombra a temperatura ambiente y una vez seco el material, se molió con una licuadora casera Moulinex LM0400C6.

Las partes aéreas de *R. communis*, se colectaron en el municipio de Querétaro, del Estado de Querétaro, el cual se localiza entre las coordenadas 20° 30' a 20° 56' latitud Norte y 100° 17' a 100° 36' de longitud Oeste, a una altura promedio de 1 800 msnm. Para las hojas y tallos se dejaron secar a la sombra a temperatura ambiente y posteriormente se molieron en una licuadora casera.

4.3.3 Cría de *S. frugiperda* y *Phyllophaga* spp. en condiciones de laboratorio.

Se colectaron adultos de *S. frugiperda* y larvas de *Phyllophaga* spp., en el Ejido de Amascala perteneciente al Municipio de El Marqués localizándose entre las coordenadas 16°47'44" latitud Norte y 99°49'14" longitud Oeste, en el Estado de Querétaro.

Posterior a la recolección en campo, 30 adultos de *S. frugiperda* se colocaron en una bolsa de papel encerado para que se aparearan, en total 20 hembras y 10 machos para conseguir nuestra primera generación. Cuando las larvas eclosionaron se colocaron individualmente en vasos de plástico del No. 0 Marca PRIMO con 3 gramos de dieta artificial (Cuadro 5), al llegar al sexto ínstar se esperó hasta la formación de las pupas. Una vez que se formaron las pupas se esperaron 24 horas para pasarlas a un recipiente con otras pupas formadas, hasta la emergencia de adultos, las cuales se colocaron en el interior de una cámara climática a 27 °C ± 2 °C; 70% ± 5% humedad relativa, y un fotoperiodo luz-obscuridad de 14-10 horas (Bergvinson y Kumar, 1997).

Cuadro 5. Ingredientes y cantidades empleadas para preparar 100 g de dieta artificial, para la cría de larvas de *S. frugiperda*.

Ingrediente	Cantidad
Agua	80 mL
Agar – agar	1.0 g
Maíz molido	9.0 g
Frijol	3.0 g
Levadura de cerveza	2.0 g
Vitaminas	1.0 g
Sulfato de neomicina	0.06 g
Ácido ascórbico	0.17 g
Metil p-hidroxibenzoato	0.17 g
Formaldehído	0.25 mL
Etanol	1.70 mL

Para *Phyllophaga* spp., posterior a la recolección en campo las larvas fueron separadas por ínstar y se depositaron de manera individual en recipientes de plástico de 40 mL. Se hicieron diez pequeños orificios en la tapa para la entrada de aire. Los vasos se cubrieron con Peat Moss estéril y húmedo hasta tres cuartas partes de su capacidad, agregando un disco de zanahoria como dieta, el cual se cambió cada tercer día. La cría se mantuvo con una temperatura de 26 ± 2 °C y humedad relativa de $70 \pm 5\%$ durante 15 días como periodo de aclimatación (Morón y col., 2005).

4.3.4 Preparación de extractos.

En un matraz bola de 3 L con un refrigerante en posición de reflujo se colocaron 500 g de partes aéreas de *S. salignus* o de *R. communis* con 1.5 L de cloroformo. La mezcla se calentó a ebullición durante 4 h. Se filtró y la mayor parte del disolvente se eliminó en un evaporador rotatorio a presión reducida. El disolvente

restante se evaporó a baño maría. A otra proporción igual de planta se le realizó la extracción con metanol siguiendo la misma metodología.

4.3.5 Bioensayo.

4.3.5.1 Contra *S. frugiperda*.

Se evaluaron las siguientes concentraciones: 5 000, 4 000, 2 000, 1 000, 500 y 0 ppm, y se mezclaron con la dieta de *S. frugiperda* (Cuadro 5) adicionándose cada concentración al momento de prepararse la misma.

Para la realización de los ensayos, se vertieron 3 gramos de dieta aproximadamente en 20 vasos de plástico del No. 0 marca PRIMO de capacidad para los extractos de *S. salignus* y *R. communis*, la dieta se dejó solidificar a temperatura ambiente por 24 h, posteriormente se colocó una larva de primer ínstar de *S. frugiperda*, con un pincel del N° 0 (Figura 3), cada uno de los vasos se taparon con una tapa plástica y se colocaron de manera aleatoria en el interior de una cámara bioclimática en condiciones de $27\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$; $70\% \pm 5\%$ humedad relativa, y un fotoperiodo luz-obscuridad de 14-10 h (Bergvinson y Kumar, 1997). Los tratamientos se observaron cada tercer día, y cuando se comenzaron a formar larvas de sexto ínstar en el control, se realizaron observaciones diarias para registrar el día en que se alcanzó el estado de pupa. Para cada tratamiento se evaluaron las siguientes variables: viabilidad (%) larval y pupal, duración de la fase larval y pupal (días) y el peso de la pupa a las 24 h de su formación (Ramos-López y col., 2010).



Figura 3. Selección de larvas de primer ínstar de *Spodoptera frugiperda* (derecha), vasos con dieta de acuerdo al tratamiento correspondiente (izquierda).

4.3.5.2 Contra *Phyllophaga* spp.

En el caso de los extractos de ambas plantas se prepararon concentraciones de 5 000 ppm, 4 000 ppm, 2 000 ppm, 1 000 ppm y 500 ppm usando como disolvente agua destilada, a esta solución se adicionó Tween 80 para cada uno de los casos. En el caso del extracto clorofórmico, se agregó polivinilpirrolidona (PVP) para solubilizarlo en el agua. Cada una de larvas de tercer ínstar de *Phyllophaga* spp. se sumergieron en cada una de las soluciones preparadas por diez segundos y después se distribuyeron en los vasos de 100 mL, cubriendo el vaso con Peat Moss hasta tres cuartas partes de su capacidad. Los vasos se taparon y se colocaron de manera aleatoria en el interior de una cámara bioclimática en condiciones de temperatura de 26 ± 2 °C y humedad relativa de $70 \pm 5\%$ (Figura 4). Las larvas se revisaron a las 1, 2, 3, 24, 48, y 72 h (Morón y col., 2005). Las variables evaluadas fueron la mortalidad (%) y el tiempo de muerte (horas).

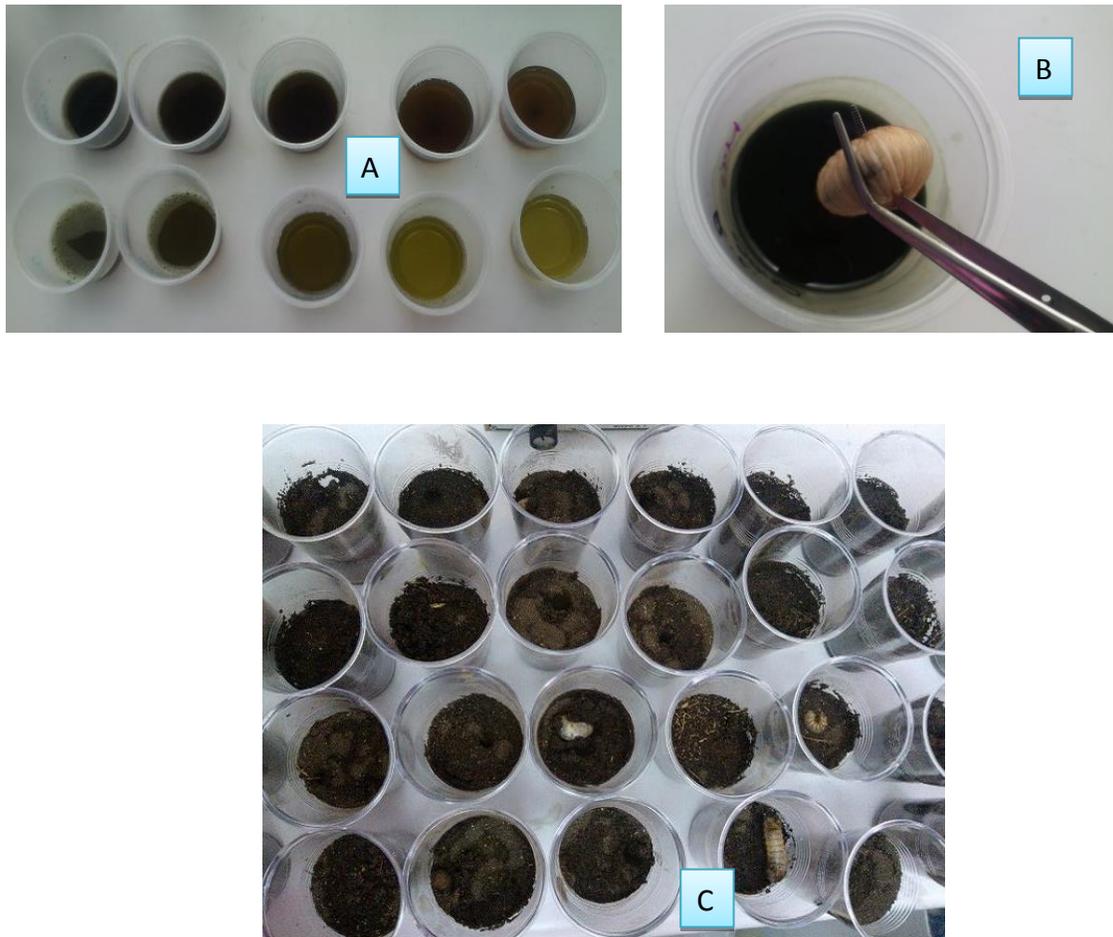


Figura 4. Preparación de extractos (a), Inmersión de la larva de *Phyllophaga* spp. (b), vasos preparados con Peat Moss con larvas de *Phyllophaga* spp. de acuerdo a cada tratamiento (c).

4.6 Pruebas fitoquímicas.

A cada uno de los extractos obtenidos se realizaron las siguientes pruebas fitoquímicas.

- 1) Alcaloides: reactivo de Dragendorff, reactivo de Mayer y reactivo de Wagner; 2) Cardiotónicos: reactivo de Baljet, reactivo de Raymond, reactivo de Keller, reactivo de Liberman y reactivo de Salkowski; 3) Cumarinas: fluorescencia con NaOH; 4)

Flavonoides: Fragmentos de Mg y HCl; 5) Taninos: FeCl₃; 6) Triterpenos y esteroides: reactivo de Liberman y reactivo de Salkowski; 7) Derivados antracénicos libres: NaOH 5 % y Acetato de Mg 0.5 % en metanol (Véliz y col., 2006).

4.7 Análisis estadísticos.

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza de una vía y prueba de Tukey ($\alpha= 0.05$), con el paquete estadístico InfoStat/L.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

5.1. Rendimiento de los extractos clorofórmico y metanólico de *Senecio salignus* y *Ricinus communis*.

Los rendimientos obtenidos para cada uno de los extractos se muestran en el Cuadro 6, donde los extractos metanólicos de *S. salignus* (2.70%) y *R. communis* (8.48%) fueron mayores a los extractos clorofórmicos 1.89% y 3.68%, respectivamente.

Cuadro 6. Rendimientos de los extractos orgánicos de *Senecio salignus* y *Ricinus communis*.

Especie	Cloroformo	Metanol
<i>S. salignus</i>	1.89%	2.70%
<i>R. communis</i>	3.68%	8.48%

Llavarasan (2006), en su estudio realizado con extractos metanólicos de la raíz de *R. communis* obtuvo un rendimiento del 6%. En otro caso, Devanand (2008), obtuvo un rendimiento del 7.1% en partes aéreas de *R. communis* a partir de la extracción con acetona. Por otra parte Javaid (2015), reportó el rendimiento de los extractos clorofórmicos y metanólicos en semillas de *R. communis*, los cuales fueron 3% y 2.33%, respectivamente.

Tundis (2007), en su trabajo con extractos metanólicos de las partes aéreas de *Senecio ambiguus*, *Senecio nebrodensis*, *Senecio gibbosus*, *Senecio cineraria* y *Senecio bicolor*, tuvo rendimientos del 12.5%, 8.83%, 13.85%, 8.12% y 8.81%, respectivamente. También Albayrak (2013) en su estudio reportó valores de rendimiento de 26.8%, 16.0%, 21.6%, 24.7%, 25.9% y 26.9% para los extractos metanólicos de las partes aéreas de *Senecio pandurifolius*, *Senecio trapezuntinus*,

Senecio integrifolius subsp. *aucheri*, *Senecio hypochionacus* var. *argaeus*, *Senecio hypochionacus* var. *ilkasiensis* y *Senecio lorentii*.

5.2. Pruebas fitoquímicas de los extractos clorofórmicos y metanólicos de las partes aéreas de *Senecio salignus* y *Ricinus communis*.

El extracto clorofórmico de *S. salignus* dio positivo para alcaloides, cardiotónicos, flavonoides y taninos. En cambio, el extracto metanólico dio positivo para alcaloides, cardiotónicos, flavonoides, taninos, triterpenos y esteroides. El extracto clorofórmico de *R. communis* dio positivo para alcaloides, cardiotónicos, cumarinas, flavonoides, taninos, y saponinas. El extracto metanólico dio positivo para de alcaloides, cardiotónicos, flavonoides, taninos y saponinas (Cuadro 7).

Kavita Tyagi y col. (2013), llevaron a cabo pruebas fitoquímicas de *R. communis* para evaluar el efecto de efluentes industriales en el contenido de clorofila en las hojas de la misma planta, dando positivo a la prueba de alcaloides, taninos, saponinas, flavonoides y esteroides. Por su parte Sánchez-Muñoz y col. (2012) aislaron dos sesquiterpenos a partir de *S. salignus*, los cuales fueron el β -cariofileno y el óxido de cariofileno. Los alcaloides pirrolizidínicos, eremofilanólidos y los furanoeremofilanos son los metabolitos secundarios que se han aislado con mayor frecuencia de las especies del género *Senecio* (Cañongo, 2010). Mientras que Quevedo Muñoz (1990), llevó a cabo un estudio fitoquímico y farmacológico de las hojas de *Senecio formosus* dando positivo a las pruebas de alcaloides, taninos y esteroides.

Cuadro 7. Pruebas preliminares de metabolitos secundarios de los extractos orgánicos de *Senecio salignus* y *Ricinus communis*.

Prueba	Reactivo	Especie vegetal			
		<i>S. salignus</i>		<i>R. communis</i>	
		CHCl ₃	CH ₃ OH	CHCl ₃	CH ₃ OH
Alcaloides	Dragendorff	+	+	+	+
	Mayer	+	+	+	+
	Wagner	+	+	+	+
Cardiotónicos	Bajet	+	+	+	+
	Raymond-Marthoud	-	-	+	+
	Salkowski	-	+	+	+
Cumarinas	NaOH	-	-	+	-
Flavonoides	Fragmentos de Mg+HCl	+	+	+	+
Taninos	FeCl ₃	+	+	+	+
Saponinas	Espuma	-	-	+	+
Triterpenos y esteroides	Libermann-Buchard	-	+	-	-
	Salkowski	-	+	-	-

5.3. Actividad biológica de los extractos clorofórmicos y metanólicos de *Senecio salignus* sobre *Spodoptera frugiperda*.

El extracto clorofórmico de las partes aéreas de *S. salignus* tuvo actividad insecticida a partir de 1 000 ppm, presentándose viabilidad larval del 70%, al aumentar la concentración del extracto, va decreciendo la viabilidad larval (Figura 5). En la formación de adultos, sólo emergieron 5%, 20%, 45% y 55% a 5 000 ppm, 4 000 ppm, 2 000 ppm y 1 000 ppm, respectivamente. Este extracto prolongó la

fase larval 3.8 y 11.8 días a 4 000 ppm y 5 000 ppm, respecto al control (25.2 días). La fase pupal también fue prolongada a los 2.0, 2.5 y 2.8 días a 2 000 ppm y 4 000 ppm y 5 000 ppm con el control (9.2 días). Por otro lado el peso de las pupas disminuyó 22.38% y 9.5% a 5 000 ppm y 4 000 ppm, comparado con el control (210.1 mg) como se presenta en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Actividad del extracto clorofórmico de las partes aéreas de *Senecio salignus* contra *Spodoptera frugiperda*.

Concentración (ppm)	Viabilidad (%)		Duración (d)		Peso pupal (mg)
	Larval	Pupal	Larval	Pupal	
5 000	15±8.19*	5± 5.0*	37±3.78*	12±ND	163±31.13*
4 000	30±10.51*	20±9.17*	29±1.48*	11.75±0.62*	190±6.15*
2 000	50 ±11.47*	45±11.41*	24.4±1.09	11.22±0.32*	214.7±6.18
1 000	70±10.51*	55±11.41*	24.78±0.80	10.09±0.25	219.35± 5.99
500	90±6.88	85±8.19	22±0.57	9.70±0.20	230.05±4.91
0	95.0±5.0	95±5.0	25.2±1.4	9.2 ±0.8	210.1±14.1

Los resultados son la media de 20 mediciones ± error estándar. Medias con (*) indican diferencias significativas (Prueba de Tukey, $p < 0.05$). ND= un sólo dato.



Figura 5. Efecto del extracto clorofórmico a 5 000 ppm de *Senecio salignus* sobre larvas de *Spodoptera frugiperda*.

El Cuadro 9 muestra la actividad insecticida e insectistática del extracto metanólico de las partes aéreas de *S. salignus*, encontrando que a 500 ppm el extracto tuvo actividad insecticida, teniendo viabilidad larval del 5%, mientras que el resto de los tratamientos la viabilidad larval de *S. frugiperda* fue del 0% (Figura 6). Respecto a la actividad insectistática ésta se presenta a 500 ppm, la viabilidad larval se prolongó 9.8 días con respecto al control (25.2 días). Así mismo, el peso de la pupa disminuyó 27.17%, respecto al control (210.1 mg).

Cuadro 9. Actividad del extracto metanólico de las partes aéreas de *Senecio salignus* contra *Spodoptera frugiperda*.

Concentración (ppm)	Viabilidad (%)		Duración (d)		Peso pupal (mg)
	Larval	Pupal	Larval	Pupal	
5 000	0	-	-	-	-
4 000	0	-	-	-	-
2 000	0	-	-	-	-
1 000	0	-	-	-	-
500	5±5.0*	0	35±ND	-	153.0±ND
0	95.0±5.0	95±5.0	25.2±1.4	9.2 ±0.8	210.1±14.1

Los resultados son la media de 20 mediciones ± error estándar. Medias con (*) indican diferencias significativas (Prueba de Tukey, $p < 0.05$). ND=un sólo dato.



Figura 6. Efecto del extracto metanólico a 5 000 ppm de *Senecio salignus* sobre larvas de *Spodoptera frugiperda*

Se ha descrito que algunos alcaloides pirrolizidínicos y eremofilanoides muestran actividad biológica contra algunos insectos herbívoros de interés agrícola. Reina y col., en 2001, mostraron que los eremofilanoides 6 β -hydroxieuropsina y su derivado acetilado; y los alcaloides pirrolizidínicos integerrimina y su N-óxido aislados de *Senecio miser*, tuvieron actividad inhibitoria de la alimentación sobre *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) y *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) del 62% y 77%, respectivamente (Burgueño-Tapia y col., 2007).

Los alcaloides pirrolizidínicos senecifilina, espartioidina y senecivernina, aislados de *Senecio bollei* presentaron actividad inhibitoria de la alimentación del 82%, 34% y 21% en larvas de *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae), *L. decemlineata*, *M. persicae* y *Rhopalosiphum padi* (Homoptera: Aphididae), respectivamente; así como su efecto fitotóxico del 95% en *Lactuca sativa*, y el efecto citotóxico del 100% en células Sf9 de *S. frugiperda* (González-Coloma y col., 2008).

5.4. Actividad biológica de los extractos clorofórmicos y metanólicos de *Ricinus communis* sobre *Spodoptera frugiperda*.

El extracto clorofórmico de las partes aéreas *R. communis* mostró actividad insecticida e insectistática. La viabilidad larval de este extracto fue de 55% y 30% a 4 000 ppm y 5 000 ppm. En cuanto a la viabilidad pupal, ésta se presentó a las concentraciones de 4 000 ppm y 5 000 ppm con 45% y 20%, respectivamente. La actividad insectistática se observó al prolongar la fase larval 3.7, 4.4 y 10.3 días a concentraciones de 2 000 ppm, 4 000 ppm y 5 000 ppm, respecto al control (19.5 días). La fase pupal también fue prolongada 1.4 y 1.9 días a 4 000 ppm y 5 000 ppm, comparada con el control (11.3 días) (Figura 7). El peso de las pupas se redujo 21.6%, 12.9% y 10.7%, a 5 000 ppm, 4 000 ppm y 2 000 ppm respecto al control (250.4 mg) (Cuadro 10).

Cuadro 10. Actividad del extracto clorofórmico de *Ricinus communis* contra *Spodoptera frugiperda*.

Concentración (ppm)	Viabilidad (%)		Duración (d)		Peso pupal (mg)
	Larval	Pupal	Larval	Pupal	
5 000	30.0±10.51*	20.0±9.18*	29.8±1.03*	13.2±0.11*	196.1±2.09*
4 000	55.0±11.34*	45.0±11.44*	23.9±0.39*	12.7±0.14*	218.0±6.50*
2 000	85.0±8.19	80.0±9.18	23.2±0.25*	11.6±0.18	223.4±6.23*
1 000	90.0±10.51	85.0±11.41	21.8±2.70	11.7±1.14	234.6±23.44
500	95.0±6.88	90.0±8.19	20.6±1.60	11.1±0.71	241.8±16.44
0	95.0±5.22	95.0±5.22	19.5±0.15	11.3±0.25	250.4±5.62

Los resultados son la media de 20 mediciones ± error estándar. Medias con (*) indican diferencias significativas (Prueba de Tukey, $p < 0.05$).



Figura 7. Efecto del extracto clorofórmico a 5 000 ppm de *Ricinus communis* sobre el desarrollo del crecimiento de *Spodoptera frugiperda*.

El cuadro 11 muestra la actividad insecticida e insectistática del extracto metanólico de las partes aéreas de *R. communis*. A 500 ppm, 1 000 ppm, 2 000 ppm y 4 000 ppm, el extracto presentó actividad insecticida, ya que a estas concentraciones la viabilidad larval fue del 15% para 500 ppm y 1000 ppm, del 10% y 5% para 2 000 ppm y 4 000 ppm; en el último tratamiento a 5 000 ppm, la viabilidad larval fue del 0% (Figura 8). En cuanto a la formación de los adultos, sólo emergieron el 10% a 1 000 y 2 000 ppm y 15% a 500 ppm. Este extracto tuvo actividad insectistática, ya que hubo inhibición de crecimiento al prolongarse la fase larval 3.7, 5.3 y 6.6 días a partir de 500 ppm, 1 000 ppm y 2 000 ppm comparada con el control (28.7 días). También se presentó inhibición en el desarrollo al incrementarse la duración pupal a 2.5, 3.5 y 7.6 días a 500 ppm, 1 000 ppm y 2 000 ppm, respecto al control (16.5 días). También ocasionó un efecto inhibitorio en la alimentación al disminuir el peso de la pupa 11.9%, 13.9%, 17% y 10.5% a 500 ppm, 1 000 ppm 2 000 ppm, y 4 000 ppm comparado con el control (215.8 mg).

Cuadro 11. Actividad del extracto metanólico de *Ricinus communis* contra *Spodoptera frugiperda*.

Concentración (ppm)	Viabilidad (%)		Duración (d)		Peso pupal (mg)
	Larval	Pupal	Larval	Pupal	
5 000	0	-	-	-	-
4 000	5.0±ND*	0	-	-	193.0±ND*
2 000	10.0±6.8*	10.0±6.8*	35.3±1.9*	24.1±0.7*	179.0±1.6*
1 000	15.0±8.1*	10.0±6.8*	34.0±1.8*	20±0.3*	184.8±3.8*
500	15.0±8.1*	15.0±8.1*	32.4±1.3*	19.0±1.6*	190.0±5.9*
0	90.0±6.9	85.0±8.1	28.7±1.0	16.5±1.04	215.8±5.6

Los resultados son la media de 20 mediciones ± error estándar. Medias con (*) indican diferencias significativas (Prueba de Tukey, $p < 0.05$). ND= un sólo dato.



Figura 8. Efecto del extracto metanólico a 5 000 ppm de *Ricinus communis* sobre larvas de *Spodoptera frugiperda*.

Ramos-López y col. (2010), probaron que el extracto acuoso de semillas de *R. communis* mostró actividad insecticida contra *S. frugiperda* a 24,000 y 16,000 ppm. A esas concentraciones ocasionó mortalidad larval de 85% y 57% respectivamente, así como una viabilidad pupal del 60% a 24,000 ppm, siendo el valor de la concentración de viabilidad larval media (CVL₅₀) de 7.4×10^3 mg mL⁻¹. En cambio, con el extracto acuoso en hojas a 24,000 ppm se observó mortalidad larval del 69% y mortalidad pupal del 22.6%, con una la concentración de viabilidad larval media (CVL₅₀) de 12.55×10^3 mg mL⁻¹.

Ramos-López^a y col. (2010), mostraron las actividades insecticidas e insectistáticas del extracto metanólico de las semillas y hojas de *R. communis* contra *S. frugiperda*. El extracto metanólico en semillas produjo 0% de viabilidad larval a 16 000 ppm y 9 600 ppm, a 560 ppm y 1 600 ppm se presentó viabilidad larval 75% y 36%. La viabilidad pupal fue 76.9% a 1 600 ppm. El extracto metanólico en hojas a 24 000 ppm la viabilidad larval fue 0%, a concentraciones de 16 000 ppm, 8 000 ppm y 4 000 ppm, la viabilidad larval fue 37%, 54% y 70%, respectivamente; mientras que la viabilidad pupal en 16 000, 8 000, 4 000 y 1 600 ppm fue 40%, 59.3%, 81.4% y 83.5%; mientras que a concentraciones de 24 000 y 16 000 ppm, se tuvo 54.5% y 88.4% de viabilidad pupal. De acuerdo con la actividad insectistática, el extracto metanólico en semillas a 1600 ppm mostró inhibición del crecimiento y desarrollo sobre *S. frugiperda*, puesto que las fases de larva y pupa

se prolongaron 4.8 y 0.8 días. A esta misma concentración, presentó inhibición de la alimentación debido a que el peso de la pupa fue 89.1% con respecto al control. El extracto metanólico en hojas causó inhibición de crecimiento, ya que la fase larval se prolongó a 12.2, 9.5, 8.7, 6.5 y 1.7 días a 16 000 ppm, 8 000 ppm, 4 000 ppm, 1 600 ppm y 560 ppm, también se prolongó la fase pupal a 1.8 y 0.8 días a 16 000 ppm y 8 000 ppm. Los pesos fueron inhibidos 15%, 9.3%, 6.6% y 5.9% a 16 000 ppm, 8 000 ppm, 4 000 ppm y 1 600 ppm, respectivamente en comparación con el control. La concentración de viabilidad larval media (CVL₅₀) para el extracto metanólico en semillas fue 1.97×10^3 ppm y para el extracto metanólico en hojas la CVL₅₀ fue de $5,07 \times 10^3$ ppm.

Ramos-López y col. (2012) reportaron las actividades insecticidas e insectistáticas contra *S. frugiperda* de dos componentes del extracto hexánico de la hoja de *R. communis*: el ácido linolénico y el ácido linoleico. La actividad insectistática del ácido linolénico se observó a 160 ppm en las que aumentó la duración de la etapa larval a 2.6 días. A 400 ppm se prolongó la duración pupal a 0.9 días y el peso de la pupa se redujo en un 14.9%; a 960 ppm y 16 000 ppm; la fase de pupa se amplió a 1.1 días y 1.9 días respectivamente. Hubo actividad insecticida a 400 ppm, mostrando viabilidad larval del 62.5% (mortalidad de 37.5%) y viabilidad de pupal del 73.3%. La viabilidad larval media (VL₅₀) del ácido linolénico fue de 849 ppm. El ácido linoléico presentó actividad insectistática a 160 ppm. A esta concentración, la duración de la etapa larval aumentó a 3.1 días. A 400 ppm, el peso de la pupa se redujo 9.7%, a 960 ppm aumentó la duración pupal 0.8 días. El efecto insecticida se observó a partir de 400 ppm con 62.5% de viabilidad larval y 80% de viabilidad de pupal. La viabilidad larval media (VL₅₀) del ácido linoléico fue de 857 ppm.

Se evaluó la actividad biológica de los extractos etanólicos y las fracciones de acetato de etilo en frutas y semillas de *Cabralea canjerana* sobre huevos, larvas y pupas del gusano cogollero. Los extractos etanólicos a 660 ppm mostraron alta inhibición del 100% a 330 mg kg^{-1} y 660 mg kg^{-1} en el estado larval. La fracción obtenida del acetato de la semilla a 165 ppm, constituida principalmente de

triterpenos, fue la más activa, ya que mató al 60% de las larvas (Magrini, y col., 2014).

5.5. Actividad biológica de los extractos clorofórmicos y metanólicos de *Senecio salignus* sobre *Phyllophaga* spp.

El extracto clorofórmico de las partes aéreas de *S. salignus* presentó mortalidad del 100% (5 000 ppm y 4 000 ppm), 50%, 66.7% y 50% a 2 000 ppm, 1 000 ppm y 500 ppm. Este extracto tuvo efecto a partir de las 1.3 horas a 2 000 ppm, también se tuvo respuesta a 1.7, 1.8, 2 y 5 horas a 5 000 ppm, 1 000 ppm, 4 000 ppm y 500 ppm, respectivamente (Figura 9). Para este extracto se observa más mortalidad en un lapso corto de tiempo, respecto al extracto metanólico, sin embargo para el extracto clorofórmico después de un día no hubo incremento de larvas muertas (Cuadro 12).

Cuadro 12. Actividad del extracto clorofórmico de *Senecio salignus* contra *Phyllophaga* spp.

Concentración ppm	Mortalidad (%)	Tiempo letal (h)
5 000	100.0±0.0*	1.7±0.11
4 000	100.0±0.0*	2.0±0.14
2 000	50.0±12.25*	1.3±0.33
1 000	66.7±11.55*	1.8±0.32
500	50.0±12.25*	5.0±2.10
0	0	-

Los resultados son la media de 20 mediciones ± error estándar. Medias con (*) indican diferencias significativas (Prueba de Tukey, $p < 0.05$).

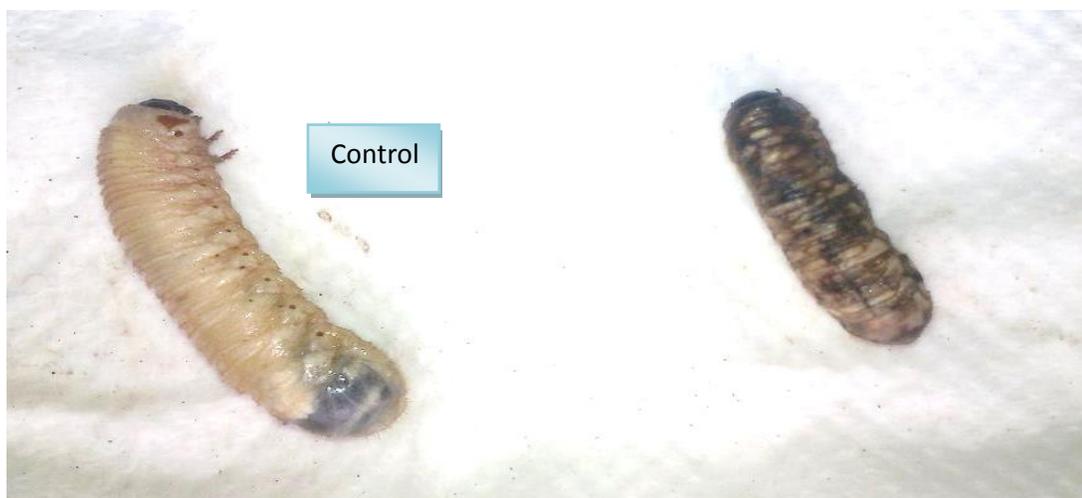


Figura 9. Mortalidad de larvas de *Phyllophaga* spp., de los extractos clorofórmicos de *Senecio salignus* a 5 000 ppm.

El Cuadro 13 muestra que el extracto metanólico de las partes aéreas de *S. salignus* tuvo mortandad del 100%, 83.3%, 66.7% y 50% a 5 000 ppm, 4 000 ppm, 2 000 ppm y 1 000 ppm, con respecto al control cuya mortalidad fue del 0 %. Este efecto se observó a partir de las 28 horas a 1 000 ppm, así como también a las 36.7, 40 y 44.7 horas a 4 000 ppm, 2 000 ppm y 5 000 ppm (Figura 10).

Cuadro 13. Actividad del extracto metanólico de *Senecio salignus* contra *Phyllophaga* spp.

Concentración ppm	Mortalidad (%)	Tiempo letal (h)
5 000	100.0±0.0*	44.7±7.68
4 000	83.3±9.13*	36.7±8.70
2 000	66.7±11.55*	40.0±8.08
1 000	50.0±12.25*	28.0±7.13
500	0	-
0	0	-

Los resultados son la media de 20 mediciones ± error estándar. Medias con (*) indican diferencias significativas (Prueba de Tukey, $p < 0.05$).



Figura 10. Mortalidad de larvas de *Phyllophaga* spp., de los extractos metanólicos de *Senecio salignus* a 5 000 ppm.

Salamanca (2001) evaluó el efecto insecticida y repelente de los extractos metanólicos, hexánicos y acetato de etilo de *Calendula officinalis*, *Raphanus sativus*, *Ruta graveoiens*, y en semillas de *Annona squamosa*, *Annona cherimolia* y *Annona muricata* sobre larvas de tercer ínstar de *Phyllophaga obsoleta*. Los extractos de acetato de etilo de *A. squamosa* y *A. muricata* y los extractos metanólicos de *A. squamosa*, *R. graveoiens*, *R. sativus* y *A. cherimolia* a los quince días tuvieron un efecto de mortalidad del 50%, 40%, 60%, 45%, 40% y 40% respectivamente a 5 mg ml⁻¹ para cada uno de los casos.

López-Olguín y col. (2002) evaluaron la actividad antialimentaria de las fracciones del extracto acetónico de semillas (FEAS) y las fracciones del extracto etanólico de semillas (FEES) de *Trichilia havanensis* en larvas de segundo ínstar de *Phyllophaga vetula*. A 5 000 ppm las fracciones F7EAS, F8EAS y F2EES mostraron actividad antialimentaria superior al 50 %.

López-Pérez y col. (2007) evaluaron la actividad biológica de la raíz de *S. salignus* contra *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) en frijol almacenado, en las que la concentración letal media (CL₅₀) del polvo de raíz de *S. salignus* en adultos de *Z. subfasciatus* disminuyó y varió 0.11-0.08% del primer hasta el tercer día. La toxicidad y eficacia del polvo de raíz de *S. salignus* cambió en función de la concentración y varió de 1.91 a 3.31 días de 0.07 a 0.05%. Los adultos machos de *Z. subfasciatus* fueron más susceptibles al polvo de raíz de *S. salignus* que las hembras. La toxicidad de la raíz decreció a medida que aumentó el tamaño de la partícula, y la mayor protección del grano se obtuvo con polvos menores de 0.25 mm de diámetro. El polvo de raíz de *S. salignus* actuó por contacto; no tuvo efecto fumigante ni repelente en adultos de *Z. subfasciatus*.

5.6. Actividad biológica de los extractos clorofórmicos y metanólicos de *Ricinus communis* sobre *Phyllophaga* spp.

El extracto clorofórmico de las partes aéreas de *R. communis* presenta mortalidad del 100% a 5 000 ppm y 4 000 ppm, y 50 % a 2 000 ppm. En las concentraciones de 1 000 ppm y 500 ppm se tiene una viabilidad del 100%. Este extracto tuvo efecto a partir de las 1.3 horas a 2 000 ppm, también seguido de 1.8, y 1.7 horas a 4 000 ppm y 5 000 ppm (Figura 11). En este extracto sólo se observa el efecto de mortalidad a tres concentraciones, con respecto al extracto metanólico donde se tienen mayor incidencia de larvas muertas a pesar de que el tiempo en que se tiene dicho efecto sea más prolongado (Cuadro 14).

Cuadro 14. Actividad del extracto clorofórmico de *Ricinus communis* contra *Phyllophaga* spp.

Concentración ppm	Mortalidad (%)	Tiempo letal (h)
5 000	100.0±0.0*	1.7±0.11
4 000	100.0±0.0*	1.8±0.09
2 000	50.0±12.25*	1.3±0.33
1 000	0	-
500	0	-
0	0	-

Los resultados son la media de 20 mediciones ± error estándar. Medias con (*) indican diferencias significativas (Prueba de Tukey, $p < 0.05$).



Figura 11. Mortalidad de larvas de *Phyllophaga* spp., de los extractos clorofórmicos a 5 000 ppm de *Ricinus communis*

En el Cuadro 15 sólo se observó que el extracto metanólico de las partes aéreas de *R. communis* tuvo mortalidad del 100% a 5 000 ppm y 4 000 ppm, 66.7% y 33.3% a 2 000 ppm y 1 000 ppm, con respecto al control. El efecto del extracto fue más prolongado a partir de las 16 horas a 1 000 ppm, así como también a las 25.3, 44.3 y 40 horas a 5 000 ppm, 4 000 ppm y 2 000 ppm (Figura 12).

Cuadro 15. Actividad del extracto metanólico de *Ricinus communis* contra *Phyllophaga* spp.

Concentración ppm	Mortalidad (%)	Tiempo letal (h)
5 000	100.0±0.0*	25.3±8.08
4 000	100.0±0.0*	44.3±6.13
2 000	66.7±11.55*	40.0±7.33
1 000	33.3±11.55*	16.0±5.54
500	0	-
0	0	-

Los resultados son la media de 20 mediciones ± error estándar. Medias con (*) indican diferencias significativas (Prueba de Tukey, $p < 0.05$).



Figura 12. Mortalidad de larvas de *Phyllophaga* spp., de los extractos metanólicos a 5 000 ppm de *Ricinus communis*.

Zanábriga-Parra y Rivera-Andraca (2007) evaluaron la inhibición alimentaria de la hormiga arriera *Atta mexicana* a partir del extracto acuoso de *R. communis* al 10%. En este extracto se remojaron tortillas por 30 minutos, las cuales fueron colocadas sobre los hormigueros. Después de ocho horas, se observó que el extracto acuoso tuvo inhibición de la alimentación, ya que hubo menor consumo del alimento

Pacheco (2009) reportó el efecto repelente de los extractos hidroetanólicos de las hojas de *R. communis* a 1 000 ppm sobre el adulto en hembras y machos del picudo del agave *Scyphophorus acupunctatus*, teniendo 66% efecto de repelencia en hembras y 53% en machos.

Mandal (2010) evaluó la actividad larvicida contra: *Anopheles stephensi*, *Culex quinquefasciatus* y *Aedes albopictus*, a partir de extractos etanólicos en semillas de *R. communis*. Dichos extractos presentaron actividad larvicida del 100 % a concentraciones de 32 y 64 mg ml⁻¹. La concentración letal media (CL₅₀) fue de 7.10, 11.64 y 16.84 µg ml⁻¹ para *C. quinquefasciatus*, *A. stephensi* y *A. albopictus*, respectivamente.

Wafa y col., (2014) determinaron la actividad larvicida sobre *Culex pipiens* a partir de extractos acuosos de hojas y semillas de *R. communis* en cinco poblaciones de Túnez: Aouled Amer, Nefza, Khanguet Hajej, Riadh Andalous y Hammamet. Las pruebas de toxicidad mostraron una mortalidad del 100% después de 24 h a una concentración del 10%. Los valores de la concentración letal media (CL₅₀) para los extractos acuosos de semillas fueron de 570 mg L⁻¹ (Aouled Amer), 603 mg L⁻¹ (Nefza), 1 260 mg L⁻¹ (Khanguet Hajej), 1 225 mg L⁻¹ (Riadh Andalous), y 2 140 mg L⁻¹ (Hammamet). En cuanto a los extractos acuosos de las hojas, los valores de la concentración letal media CL₅₀ fueron: 2 133 mg L⁻¹ (Aouled Amer), 1 410 mg L⁻¹ (Riadh Andalous), 1 300 mg L⁻¹ (Hammamet), 3 030 mg L⁻¹ (Nefza) y 2 020 mg L⁻¹ (Khanguet Hajej).

6. CONCLUSIONES.

Los extractos clorofórmico y metanólico de las partes aéreas de *S. salignus* y *R. communis* presentaron actividad insecticida e insectistática contra *S. frugiperda*, e insecticida contra *Phyllophaga* spp.

La actividad insecticida más evidente de todos los tratamientos evaluados contra *S. frugiperda*, lo presentó el extracto metanólico de *S. salignus*, seguido de el extracto metanólico de *R. communis* y finalmente los extractos clorofórmicos de *S. salignus* y *R. communis*.

Los extractos clorofórmicos de las partes aéreas de *S. salignus* y *R. communis* presentaron mortalidades del 100% en larvas de *Phyllophaga* spp., a 5 000 ppm en la primera hora. En caso de los extractos metanólicos tardaron más tiempo en presentar mortalidades, aún así se mostraron mortalidades del 100% a 5 000 ppm durante las 25 y 44 horas para los extractos de *R. communis* y *S. salignus*, respectivamente.

7. REFERENCIAS.

- Abarca**, G., Vargas, E. y Mata, R. Alternativas de combate del complejo de larvas de jobotos (*Phyllophaga* spp., *Anomala* spp. y *Cyclocephala* spp.) (Col: Scarabaeidae) en fresa (*Fragaria ananassa*). *Agronomía Costarricense* **1992**; 16 (1): 45-54.
- Albayrak**, S., Aksoy, A., Hamzaoglu, E., Ekici, L., & Budak, U. Antimicrobial and antioxidant activities of *Senecio* species growing in the Black Sea region, Turkey. *Acta Botanica Gallica* **2008**; 155 (3): 447-456.
- Alcalá Soto Jorge**. Caracterización Molecular de Aislamientos de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. Evaluación de su Toxicidad sobre gusano cogollero, del maíz *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) Guasave, Sinaloa, México, **2008**.
- Aldana LL**, Salinas S.D., Valdés E. M., Gutiérrez O.M., y Valladares C. Evaluación Bioinsecticida de Extractos de *Bursera copallifera* (D.C.) Bullock y *Bursera grandifolia* (SCHLTDL) ENGL en gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae). *Polibotánica* **2010**; 29: 149-158.
- Allan**, E. J., J. P. Eeswara, A. Jarvis, A. Mordue, E. Morgan, y T. Stuchbury. Induction of hairy root cultures of *Azadirachta indica* A. Juss and their production of azadirachtin and other important insect bioactive metabolites. *Plant Cell Reports* **2002**; 21: 374-379.
- Álvarez**, C.J., Pinzón R., Bautista E., Rivera A. y Molina, V.D. Actividad insecticida del extracto etéreo y fracciones aisladas de hojas de *Ricinus communis* L. sobre *Sitophilusoryzae* L. *Revista Colombiana de Ciencias Químico Farmacéuticas* **1996**; 25:12-16.
- Andara**, J. Producción masiva de *Telenomus* spp. y algunas experiencias de campo. Seminario sobre alternativas para el control del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda*. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. (Barquisimeto). Multigrafiado, **1990**: 12-18.
- Arguello**, H.; Cáceres, O. y Morón, M. A. Guía ilustrada para identificación de especies de Gallina Ciega (*Phyllophaga* spp.) presentes en las principales zonas

agrícolas de Nicaragua. PROMIPAC -Nicaragua, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras, **1999**.

Arguello H.; Monzon, A. Inventario agroecológico de las especies de gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) en la región I de Nicaragua y validación de trampas artesanales de luz para el control de adultos en dos localidades del municipio de Estelí, Nicaragua. Tesis de Ingeniero Agrónomo, **1997**.

Arroyo M. R. Sistema de reproducción de gusano cogollero (Lepidoptera, Noctuidae) parasitada con *Chenolus* insulares (Hymenoptera Braconidae). Dirección General de Sanidad Vegetal, **2001**.

Baddi, M. H. and J. L. Abreu. Biological control a sustainable way of pest control. *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Mitosporic). Daena: International Journal of Good Conscience **2006**; 1(1): 82-89.

Bentley R, Trimen H, Medicinal Plants. In Medicinal plants **2007**; 4 (1): 237.

Bergvinson, J. y H. Kumar. Cría masiva de insectos en el laboratorio de entomología del CIMMYT (*Diatrea grandiosella*, SWCB; *Diatrea saccharalis*, SBC; *Spodoptera frugiperda*, FAW y *Helicoverpa zea*, CEW). In Annual Research Progress Report 1996, Maize Entomology. CIMMYT, México. Appendix 7, **1997**.

Bhakuni R. S., D. C. Jain, R. P. Sharma, and S. Kumar, "Secondary metabolites of *Artemisia annua* and their biological activity," Current Science **2001**; 80 (1): 35-49.

Bigi, M. F., Torkomian, V. L., De Groote, S. T., Hebling, M. J. A., Bueno, O. C., Pagnocca, F. C., & Da Silva, M. F. G. Activity of *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) and ricinine against the leaf-cutting ant *Atta sexdens rubropilosa* (Hymenoptera: Formicidae) and the symbiotic fungus *Leucoagaricus gongylophorus*. Pest Management Science **2004**; 60 (9): 933-938.

Bohlmann F., C. Zdero, J. Jakupovic et al., "Further pyrrolizidine alkaloids and furoeremophilanes from *Senecio* species," Phytochemistry **1989**; 25 (5): 1151-1159.

Bradford, M. R. K., Fred, P. H. White Grub (Coleoptera: Scarabaeidae). Densities, Weed control practices, and root Damage to Fraser fir Christmas Trees in the Southern Appalachians. Journal Economic Entomology **1987**; 80 (5): 1072-1075.

Burgueño-Tapia E., López-Escobedo S., González-Ledesma M. y Joseph-Nathan P. A new eremophilanolide from *Senecio sinuatus* Gilib. Magnetic Resonance In Chemistry **2007**; 45: 457-462.

Cañongo Villanueva Claudia. Caracterización estructural de los metabolitos secundarios de *Senecio polypodioides*. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México, D.F., **2010**.

Capinera, J. L. Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae) [monografía en internet] EENY-098, University of Florida IFAS, 1999 [consultado 2014 mayo 8]. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/W3587E/w3587e03.html>

Céspedes, C. L., Alarcón, J., Aranda, E., Becerra, y J. Silva, M. Insect growth regulator and insecticidal activity of beta-dihydroagarofurans from *Maytenus* spp. (Celastraceae). Zeitschrift für Naturforschung C. A. Journal of Biosciences **2001**; 56 (1): 603-613.

Cherry, R. H. and Lentini, R. S. White Grubs in Florida Sugarcane. Entomology and Nematology Department document ENY-664. University of Florida/IFAS, "White Grub Complex" in the South of Mexico. Southwestern Entomologist **2002**; 27 (1): 73-83.

Cherry, R. H., Schueneman, T. J., and Nuessly, G. S. Insect Management in Sugarcane. Entomology and Nematology Department document ENY-406. University of Florida/IFAS, Gainesville, FL 32611, **2001**.

Chitwood, D. J. Nematicidal compounds from plants. Nigg, H. N. y Seigler, D. Phytochemical Resources for Medicine and Agriculture. New York, USA: Plenum Press, **1992**: 185-204.

Clavijo, S. & G. Pérez Greiner. Protección y Sanidad Vegetal (Capítulo 6). En: Fontana Nieves, H. y C. González Narváez. Insectos plagas del maíz (Sección 2). Fundación Polar, Caracas, Venezuela, **2000**: 345-36.

Converse, V. y Grewal, P.S. Virulence of Entomopathogenic Nematodes to the Western Masked Chafer *Cyclocephala hirta* (Coleoptera: Scarabaeidae). Journal Economic Entomology **1998**; 91 (2): 428-432.

- CORPOICA**, Corporación Colombiana De Investigación Agropecuaria. Centro de investigaciones La Selva. Higuera: Alternativa productiva, energética y agroindustrial para Colombia. Río negro, Antioquia, **2008**.
- Cortez**, M. E. Evaluación de extractos vegetales para el control del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz. Informe técnico. INIFAP, **2002**.
- Coto**, D. Gallinas ciegas como plagas de cultivos anuales y perenes. Manejo Integrado de Plagas. Hoja técnica. No. 32, **2000**.
- Cuadra**, V.D. *Ricinus communis* L. Aripspectos: Investigación en Química Aplicada (Folleto) Saltillo, Coahuila, México, **1981**.
- Darmanin S**, Wismaver PS, Camilleri Podesta MT, Micallef MJ, Buhagiar JA. An extract from *Ricinus communis* L. leaves possesses cytotoxic properties and induces apoptosis in SKMEL 28 human melanoma cells. Natural Product Research **2009**; 23 (6): 561-571.
- Devanand**, P., y Rani, P. U. Biological potency of certain plant extracts in management of two lepidopteran pests of *Ricinus communis* L. Journal Biopest, **2008**; 1(2): 170-176.
- Díaz**, M. P. Abundancia y distribución de especies de “gallina ciega” (Coleoptera: Melolonthidae), hongos (Hyphomycetes) y nemátodos (Nematoda: Heterorhabditidae) entomopatógenos en los Altos de Jalisco, México. Universidad de Colima, México, **2002**.
- Escobar-Valencia** C., Hernández-Carlos C., Zayas-Pérez M., Aragón-García A., Pérez-González L., Hernández-Molina R., y López-Olguín J. Actividad antialimentaria de extractos vegetales en el gusano soldado *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). Primera edición, **2007**: 11-18.
- FAO**. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. **2012**. [Consultado 2015, Febrero 20]. Disponible en <http://www.fao.org/agronoticias/agro-noticias/detalle/it/c/143943/>
- Farias**, PR, Barbosa, JC, &Busoli, AC. Spatial distribution of *Spodoptera cartridge*, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) In corn. Neotropical Entomology **2001**; 30 (4): 681-689.

- Fernández**, J. L. y Expósito, I. E. Nuevo método para el muestreo de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo del maíz en Cuba. Centro Agrícola, **2000**.
- Ferron** P. Pest Control by the fungi *Beauveria* and *Metarhizium*. In: Burges, H. ed. Microbial control of pests and plant diseases 1970-1980. Academic Press, New York, **1981**.
- Flores**, H. R. Efecto de la variedad de maíz sobre el desarrollo y susceptibilidad de larvas de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) a *Bacillus thuringiensis*. Tesis. Ciencias Agrícolas y Forestales. Universidad de Colima, **2000**.
- Flores**, A. G., De la Rosa, W., Rojas, J. C. and Castro-Ramírez, A. E. Evaluation of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Mitosporic) against species of the "white grub complex" in the South of Mexico. ECOSUR, MEXICO. Southwestern Entomologist **2002**; 27 (1): 73-83.
- Flores**, O; Figueroa, V. Producción y ensilaje de maíz forrajero de riego. Folleto Técnico No 30. Campo experimental Zacatecas, CIRNOC-INIFAP. Calera, Zacatecas, **2010**.
- García**, F.R. Integración de métodos para el manejo de *Spodoptera frugiperda* (J. E Smith). En: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Instituto Colombiano Agropecuario, División de Sanidad Vegetal. Unidad de Proyectos de Prevención, **1996**: 59-64.
- García**, F.R., M.E. Mosquera, C.A. Vargas y L.A. Rojas. Control biológico, microbiológico y físico de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), plaga del maíz y otros cultivos en Colombia. Revista Colombiana de Entomología, **2002**; 28 (1): 53-54.
- Gaylor**, M. J. y Frankie, G. W. The relationship on rainfall to adult flight activity; and of soil moisture to oviposition behavior and egg and first instar survival in *Phyllophaga crinita*. Environmental Entomology, **1979**.
- Gladstone**, S., y A. Hruska. Una Guía para Promover el Manejo de Plagas más Seguro y más Eficaz con los Pequeños Agricultores: una Contribución al Cumplimiento Ambiental de la USAID-APP. CARE. Atlanta, Georgia, **2003**: 25-65.

Gómez, C.; Miranda, F. Evaluación de productos botánicos y biológicos para el control de las plagas desfoliadoras en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea*) híbrido izalco. Tesis de ingeniero agrónomo SAVE-UNA 49 Pág, **2002**.

González-Coloma A., Domínguez D.M., Reina M., Santos-Guerra A., Santana O., Agulló T. y López-Balboa C. Pyrrolizidine alkaloids from Canarian endemic plants and their biological effects. *Biochemical Systematics and Ecology* **2008**; 36 (1): 153-166.

Guerra H., J., S. Clavijo. El control de insectos plaga y su impacto en los costos directos de producción de maíz híbrido para semilla. *Boletín de Entomología Venezuela* **1993**; 8(1): 32

Gutiérrez, S.G., C.H. Rodríguez, D. Bergvinson, A.C. Carballo, J.V. Leyva y A.G. Martínez. Inhibición del crecimiento de larvas de gusano cogollero con extractos acuosos de *Neem Azadirachta indica*. Avances de la investigación. Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad, **1999**.

Hernández P. C. Actividad insecticida y antialimentaria de *Lantana cámara* (Verbenaceae), *Vitex trigolia* var. *Variegata* y *Vitex hemsletii* (Labiatae). Tesis de Posgrado en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias. UNAM, **2005**.

Herrera, N. E. G. Steinernematidos Nativos Asociados a “Gallina Ciega” (*Phyllophaga* spp., *Clyclocephala* spp., *Anomala* spp.) en Guanajuato y Estado de México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México, **2006**.

Hincapié Llanos C.A, Arango, D. L., y Giraldo, M. C. Actividad insecticida de extractos de semilla de *Annona muricata* (Anonaceae) sobre *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Revista Colombiana de Entomología*, **2008**; 34 (1), 76-82.

Huffman, F. R. y Arding, J. A. Biology of *Phyllophaga crinita* (Burmeister) in the Lower Rio Grande Valley sugarcane. *Southwestern Entomologist* **1980**; 5 (1): 59-64.

Ibarra, J. E. Uso de bacterias en el control biológico, pp. 144-159. En: L. A. Rodríguez-del-Bosque y H. C. Arredondo-Bernal. *Teoría y Aplicación del Control Biológico*. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México, **2007**.

Jackson, T. A. Developing Microbial Controls for Scarab Pests. En diversidad y Manejo de Plagas Subterráneas. M. A. Morón (Cmpilador). Someent. Instituto de Ecología. Jalapa, Veracruz. México, **1993**: 183-192.

Javaid, B., Rana, N., y Misbah, K. J. Antimicrobial studies of *Ricinus communis* seeds extracts. International Journal of Scientific Research and Management, **2015**; 3 (5); 2 752-2 759.

Kadri Adel.; Gharsallah Neji.; Damak Mohamed.; Gdoura Radhouane.; Chemical composition and *in vitro* antioxidant properties of essential oil of *Ricinus communis* L. Journal of Medicinal Plants Research **2011**; 5 (8): 1466-1470.

Kang S., Cordell A, Soejarto D-, Fong HHS. Alkaloids and flavonoids from *Ricinus communis*. Journal of Natural Products **1985**; 48 (1): 155-156.

Kaya, H. K., Klein, M. G., Burlando, T. M. Impact of *Bacillus popilliae*, *Rickettsiella popilliae* and entomopathogenic nematodes on a population of the scarabaeid, *Cyclocephala hirta*. Biocontrol Science and Technology, **1993**; 3 (1): 433-453.

Keller, S. The *Beauveria – Melolontha* project: experiences with regard to locust and grasshopper control. In Biological Control of Locusts and Grasshoppers C. J. Lomer y C. Prior CAB International Wallingford, **1992**: 279-286.

Keller, S., Schweizer, C. y P. Shah. Differential Susceptibility of two *Melolontha* Populations to Infections by the fungus *Beauveria brongniartii*. Biocontrol Science and Tecnology, **1999**; 9 (1): 441-446.

Khogali A, Barakat S, Abou-Zeid H. Isolation and identification of the phenolics from *Ricinus communis* L. Delta Journal of Science, **1992**; 16 (1): 198–211.

King, A. B. S. & Saunders. Las plagas invertebradas de los cultivos anuales alimenticios en América Central. Overseas Development Administration. Londres, **1984**.

Klein, M. G. y Jackson, T. A. Bacterial diseases of scarabs. pp. 43-61 In T. A. Jackson y Glare T. R. Use of Pathogens in Scarab Pest Managment, **1992**.

Koppenhofer, A. M., y E. M. Fuzy. Nematodes for White Grub Control. Rutgers University. Green Section Record, **2007**: 26-31.

Kouri, J., Ferreira dos Santos, R. y Lemos, B. M. A. Cultivo da mamona importancia económica. En: Embrapa Algodao sistemas de producao. 4a. Edición. **2006**.

Lagunes, T. A. y Villanueva, J. Toxicología y manejo de insecticidas. Montecillo: Colegio de Postgraduados, **1994**: 264.

Levinson, H. y Levinson. Insectistatic action of the lipid antagonist ethyl-p-chlorophenoxy isobutyrate. *Naturwissenschaften* **1973**; 60 (1): 156-156.

Lewis, F. y W. D. Rollinson. Effect of storage on the virulence of Gypsomoth Nucleo polyhedrosis Inclusion Bodies. *Journal of Economic Entomology* **1978**; 71 (5): 719-722.

Lim, K. P., Stewart, R. K., Yule, W. N. A historical review of the bionomics and control of *Phyllophaga anixia* (Le Conte) (Coleoptera: Scarabaeidae), with special reference to Quebec. *Annals of the Entomological Society of Quebec* **1980**; 25(3), 163-178.

Llavarasan, R., Mallika, M., y Venkataraman, S. Anti-inflammatory and free radical scavenging activity of Ricinus communis root extract. *Journal of Ethnopharmacology* **2006**; 103 (3), 478-480.

López-Olguín J.F., Aragón G.A. y A.M. Tapia R. Memoria VIII Simposio Nacional sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Control de Plagas. San Luis Potosí, S.L.P. México, **2002**: 38-51.

López-Pérez E., C. Hernandez, L. Arenas, and R. Ortega-Garza, Biological activity of root subfasciatus Boheman against *Zabrotes* in stored beans, *Agrociencia* **2007**; 47(1): 95–102.

López-Pérez, E., Hernández, C. R., Arenas, L. D. O., & García, R. G. Actividad biológica de la raíz de *Senecio salignus* contra *Zabrotes subfasciatus* en frijol almacenado. *Agrociencia* **2007**; 41(1), 95-102.

Magrini, F. E., Specht, A., Gaio, J., Girelli, C. P., Miguez, I., Heinzen, H., y Cesio, V. Antifeedant activity and effects of fruits and seeds extracts of *Cabralea canjerana* canjerana (Vell.) Mart. (Meliaceae) on the immature stages of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Industrial Crops and Products* **2014**; 65 (1): 150-158.

Malcolm J. Thompson, William S. Bowers.; Lupeol and 30-norlupan-3 β -ol-20-one from the coating of the castor bean (*Ricinus communis* L.); phytochemistry **1968**; 7 (1): 845-847.

Mandal, S. Exploration of larvicidal and adult emergence inhibition activities of *Ricinus communis* seed extract against three potential mosquito vectors in Kolkata, India. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine **2010**; 3 (8), 605-609.

Marbán, N.; Jeyaprakash, A.; Jansson, H. B.; Damon J. R. R. A. Zuckerman, B. M. Control of root-knot nematodes on tomato by lectins. Journal of Nematology. **1987**; 19: 331-335.

Marín-Jarillo, J. A. Abundancia del complejo “gallina ciega” (Coleoptera: Melolonthidae) Asociado al Cultivo de Maíz en el centro de México. Agricultura Técnica en México **2001**; 27 (2): 119-131.

Mazzani, E. El tártago: la planta, su importancia y usos. Revista Digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. CENIAP HOY **2007**; 14 (1): 1-9.

Mc Bride D. K. White grub control trials in corn. North Dakota Farm Research. **1984**; (6): 8-10.

Melo-Molina, E. L., Ortega-Ojeda, C. A. y Gaigl, A. Efecto de nemátodos sobre larvas de *Phyllophaga menetriesi* y *Anomala inconstans* (Coleoptera: Melolonthidae). Revista Colombiana de Entomología **2007**; 33 (1): 21-26.

Miranda, F. La Vegetación de Chiapas. Ediciones del Gobierno del estado de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. **1952**.

Morón M. A. Diversidad y Distribución del Complejo “Gallina Ciega” (Coleoptera: Scarabaeoidea). En L. A. Rodríguez del Bosque y M. A. Morón (eds.). Plagas del suelo. INIFAP, **2010**: 41-63.

Morón, M. A. Diversidad, distribución e importancia de las especies de *Phyllophaga* Harris en México (Coleoptera: Melolonthidae), pp. 1-27. In: A. Aragón, M. A. Morón y A. Marín J. Estudios sobre coleópteros del suelo en América. Publicación especial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México, **2003**:1-27.

Morón, M. A. El género *Phyllophaga* en México, distribución y sistemática supraespecífica (Insecta: Coleóptera). Instituto de Ecología. Xalapa, Veracruz, México, **1986**.

- Morón**, M. A. Escarabajos, 200 millones de años de evolución. Publicación N° 14. Instituto de Ecología México, D. F., **1984**.
- Morón**, M. A. Las especies de *Phyllophaga* (Coleoptera: Melolonthidae) del estado de Veracruz, México. Diversidad y manejo de plagas subterráneas. Sociedad mexicana de Entomología e Instituto de Ecología. Xalapa, Veracruz, México, **1993**: 55-82.
- Morón**, M. A. Los coleópteros Melolonthidae que habitan el suelo en México. In: Navarrete-Heredia, J. L., H. E. Fierros-López y A. Burgos Solorio (Eds.). Tópicos sobre *Coleoptera* en México. Universidad de Guadalajara, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México, **2005**: 23–34.
- Morón**, M. A. Three New Species of *Phyllophaga* Harris (Coleoptera: Scarabaeidae: Melolonthinae) from the State of Puebla, Mexico. The Coleopterists Bulletin **2013**: 67 (2), 167-174.
- Murua** M. G. Virla E. G. Presencia invernal de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el área maicera de la provincia de Tucumán, Argentina. Revista de la Facultad de Agronomía. **2004**; 105 (2): 46-52.
- Murúa**, M. G. & E. Virla. Population parameters of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) fed on corn and two predominant grasses in Tucumán (Argentina). A Laboratory study. Acta Zoológica Mexicana **2004**; 1 (20): 199-210.
- Murúa**, M. G. y E. Virla. Presencia invernal de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el área maicera de la Provincia de Tucumán, Argentina. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. La Plata. **2004**; 105 (2): 46-52.
- Murúa**, M. G., M. L. Juárez, S. Prieto y E. Willink. Distribución temporal y espacial de poblaciones de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en diferentes hospederos en provincias del norte de Argentina. Revista industrial y agrícola de Tucumán **2009**; 86 (1): 25-36.
- Murúa**, M. G., M. T. Vera, S. Abraham, M. L. Juárez, S. Prieto, G. P. Head & E. Willink. Fitness and mating compatibility of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) populations from different host plant species and regions in Argentina. Ann. Entomological Society of America **2008**; 101 (3): 639-649.

Mushobozy, D. M. K., G. Nganilevanu, S. Ruheza, y G. B. Swella. Plant oils as common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed protectants against infestations by the Mexican bean weevil *Zabrotes subfasciatus* (Boh.). Journal of Plant Protection Research **2009**; 49 (1): 35-39.

Nájera, R. M. B. Coleopteros Rizófagos Asociados al Maíz de Temporal en el Centro del Estado de Jalisco, México: Identificación, Ecología y Control In: Diversidad y Manejo de Plagas Subterráneas, **1993**.

Nash, D. L. y L. O. Williams. Flora of Guatemala, Compositae. Part XII. Fieldiana Botany, Economic Entomology **1976**; 69 (1): 59-63.

Nexticapan-Garcéz A. Magdub-Méndez A. Vergara-Yoisura S. Martín-Mex. R. Larqué-Saavedra A. Fluctuación poblacional y daños causados por gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) en maíz cultivado en el Sistema de producción continua afectado por el Huracán Isidoro. Centro de Investigación Científica de Yucatán. Revista Universidad y Ciencia **2009**; 25(3): 273-277.

Niber, B.T. The ability of powders and slurries from ten plant species to protect stored grain from attack by *Prostephanus truncatus* Horn. (Coleoptera: Bostrichidae) and *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Stored Products Research **1994**; 30 (1): 297-301.

Ortiz, F. Diccionario de especialidades agroquímicas. Thomson PLM del Ecuador S.A. Quito, Ecuador, **2010**.

Pacheco Hernández Cinthia. Efecto del extracto hidroetanólico de higuierilla *Ricinus communis* L. sobre el adulto del picudo del agave *Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhal. Centro de Desarrollo de productos Bióticos, Instituto Politécnico Nacional. Yautepec, Morelos, **2009**.

Palma, M.R.M. Efecto de extractos botánicos en el control del picudo (*Anthonomus eugenii* Cano) del fruto del chile (*Capsicum annum* L.) y otros artrópodos asociados al cultivo. Tesis de licenciatura. Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad del El Salvador. San Salvador, El Salvador, **1998**.

Pérez-González Cuauhtemoc, Roberto Serrano Vega, Marco González-Chávez, Miguel Angel Zavala Sánchez, and Salud Pérez Gutiérrez. Anti-Inflammatory

Activity and Composition of *Senecio salignus* Kunth. Hindawi Publishing Corporation BioMed Research International, **2013**.

Polanczyk R. A., R. F. P. Da Silva y L. M. Fiuza. Effectiveness of *Bacillus thuringiensis* strains against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Brazilian Journal of Microbiology **2000**; 31 (3): 165-167.

Poprawski, T. J. and Yule, W. N. Incidence of fungi in natural populations of *Phyllophaga* spp. and susceptibility of *Phyllophaga anixia* (Coleoptera: Scarabaeidae) to *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina). Journal of Applied Entomology **1991**; 112 (1): 359-365.

Pungitore C. R. García M. Gianello J. C. Tonn M C. E. y Sosa E. Letal and sublethal effects of triterpenes from *Junellia aspera* (Vervencaceae) on the grain storage insect *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). Revista Sociedad Entomológica Argentina **2005**; 64 (2): 45-51.

Quevedo Muñoz Cecilia. Estudio Fitoquímico y Farmacológico de *Senecio formosus*. Departamento de Farmacia de la Universidad Nacional de Colombia, **1990**.

Quintero-Marin, P., Caicedo, A. M., Montoya Lerma, J. and Gaigl, A. Evaluation of reference to Quebec. Annales de la Société Entomologique du Québec **1980**; 25 (3): 163-178.

Ramos-López, Gutiérrez-Pérez S., Zavala-Sánchez, M.A., Hernández-Rodríguez C., Mahuku G. Actividad de extractos acuosos de *Ricinus communis* y de *Azadirachta indica* contra *Spodoptera frugiperda*, **2010**.

Ramos-López^a, M. A; Pérez, S; Rodríguez-Hernández, C; Guevara-Fefer, P; Zavala-Sánchez, M. A. Activity of *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). African Journal of Biotechnology **2010**; 9 (9): 1359-1365.

Ramos-López, M. A., González-Chávez, M. M., Cárdenas-Ortega, N. C., y Zavala-Sánchez, M. A. (2014). Activity of the main fatty acid components of the hexane leaf extract of *Ricinus communis* against *Spodoptera frugiperda*. African Journal of Biotechnology **2012**; 11 (18): 4274-4278.

- Reina M.**, González-Coloma A., Gutiérrez C., Cabrera R., Rodríguez L. M., Fajardo V. y Villarroel L. Defensive Chemistry of *Senecio miser*. Journal of Natural Products **2001**; 64 (1): 6-11.
- Reinert**, J. A. Response of White grubs infesting Bermudagrass to insecticides. Journal Economic entomology **1979**; 72 (1): 546-548.
- Reinhard**, H. J. The life history of *Phyllophaga lanceolata* (Say) and *Phyllophaga crinita* (Bumeister). Journal Economic entomology **1940**; 33 (3): 572- 578.
- Rezende**, A. M. M., I. Cruz y T. M. C. Della Lucia. Consumo foliar de milho y desenvolvimiento de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Smith) parasitadas por *Chelonus insularis* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae). Ann. Sociedade Entomologica do Brasil **1994**; 23 (3): 473-478.
- Rich**, J. R.; Rahi, G. S.; Opperman, C. H. Davis, E. L. Influence of the castor bean (*Ricinus communis*) lectin (ricin) on motility of Meloidogyne incognita Nematropica **1989**; 19 (1): 99-103.
- Robert**, P., Chaufaux, J. y Marchal, M. Sensitivity of larval *Oxythyrea funesta* (Coleoptera: Scarabaeidae, Cetoniinae), to tree strains of *Bacillus thuriengensis* (Subsp. Tenebrions). Journal of invertebrate pathology **1994**; 63 (1): 99-100.
- Roberts** D. W., St. Leger R. J. *Metarhizium* spp., Cosmopolitan Insect-Pathogenic Fungi: Mycological Aspects. *Advances In Applied Microbiology* **2004**; 54 (1):1-70.
- Robertson**, L. N; Allsop, P. G; Rogers, D. J. Management of soil insects after 40 years in the wilderness: High Technology or working with nature. Bureau of Sugar Experiment Stations, Brisbane, **1970**.
- Rodríguez** H C, E López P. Actividad insecticida e insectistática de la chilca (*Senecio salignus*) sobre *Zabrotes subfasciatus*. Manejo Integrado de Plagas **2001**; 59 (1):19-26.
- Rodríguez** H, C. Recetas de nim *Azadirachta indica* (Meliaceae) contra plagas. In Simposio Nacional Sobre Substancias Vegetales y Minerales en el Combate de Plagas (5, 1999, Aguascalientes, México). Memorias. C. Rodríguez H, **1999**: 39-59.
- Rodríguez** H., C. y J. D. Vendramin. Toxicidad de extractos acuosos de Meliaceae en *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Manejo Integrado de Plagas. **1996**; 42 (1): 14-22.

Rodríguez, C. y Lagunes, A. Plantas con propiedades insecticidas. Resultados de pruebas preliminares de laboratorio, campo y granos almacenados. *Agroproductividad* **1992**; 1 (1): 27-25.

Rodríguez, C; R, Domínguez, y V, Bermúdez. Búsqueda de plantas nativas del Estado de México con propiedades tóxicas contra el gusano *cogollero* *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) y mosquito casero *Culex quinquefasciatus* Say, *Revista Chapingo*. **1982**; 38 (1): 35-39.

Rodríguez, H. C. Plantas Contra Plagas II; epazote, hierba de la cucaracha, paraíso, higuerrilla y sabadilla. RAP-AL, RAPAM, SOMAS, CP e ITA Tlaxcala. Texcoco, Estado de México. México, **2005**.

Rodríguez, M. France, A. Gerding, M. Evaluación de dos cepas del hongo *Metarhizium anisopliae* var. *Anisopliae* (Metsh.) para el control de larvas de gusano blanco *Hylamorpha elegans* Burn. (Coleoptera: *Sacarabaeidae*). *Agricultura Técnica* **2004**; 64 (1): 1-11.

Rodríguez-del-Bosque, L. A. Abundancia estacional y ecología de coleópteros rizófagos: Un estudio de 15 años en agro ecosistemas del Norte de Tamaulipas. En: M. A. Morón: Diversidad y manejo de plagas subterráneas. Memorias de la IV mesa redonda sobre plagas subterráneas. SOMEENT. Instituto de Ecología, Jalapa, Ver., México, **1993**: 7-15.

Rogers, M. E. and D. A. Potter. Biology of *Tiphia pygidialis* (Hymenoptera: Tiphidae), a Parasitoid of Masked Chafer (Coleoptera: Scarabaeidae) Grubs, with Notes on the Seasonal Occurrence of *Tiphia vernalis* in Kentucky. *Entomological Society of America. Environmental Entomology* **2004**; 33 (3): 520-527.

Rojas JC, Virgen A, Malo EA. Fluctuación poblacional de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) *Florida Entomologist* **2004**; 87 (7): 496-503.

Romo de Vivar A, A Pérez–Castorena, A Arciniegas, J L Villaseñor. Secondary metabolites from Mexican species of the tribe Senecioneae (Asteraceae). *Journal of the Mexican Chemical Society* **2007**; 51 (1):160-172.

Rzedowski, G. C. de y J. Rzedowski. Flora fanerogámica del Valle de México. 2a Edición. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México, **2001**.

Salamanca Calixto, S. Fauna de Coleoptera Lamellicornia en la región de Tlachichuca y Ahuatepec del Camino (Ciudad Serdán), Puebla, México. Tesis profesional inédita, Escuela de Biología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, **2006**.

Salamanca, C., Jaramillo, M. C., Arango, G. J., Londoño, M. E., Tobón, J. A., y Henao, A. Evaluación de la actividad biológica de extractos vegetales sobre *Phyllophaga obsoleta* Blanchard (Col: Melolonthidae). *Actualidades Biológicas*. **2001**; 23 (75): 5-11.

Sánchez-Muñoz, B. A., Aguilar, M. I., King-Díaz, B., Rivero, J. F., & Lotina-Hennsen, B. The sesquiterpenes β -caryophyllene and caryophyllene oxide isolated from *Senecio salignus* act as phyto-growth and photosynthesis inhibitors. *Molecules* **2012**; 17 (2); 1437-1447.

Scarpa, A.; Guerci, A. various uses of the castor oil plant (*Ricinus communis*): A Review *Journal of Ethnopharmacology* **1982**; 5 (1): 117-137.

Schmutterer, H. Properties and potential of natural pesticides from the Neem tree. *Review of Entomology* **1990**; 35 (1): 271-298.

SE. Secretaria de Economía. Dirección general de industrias básicas. Análisis de la cadena de valor maíz tortilla: Situación actual y factores de competencia local. México, **2012**: 5-10.

SENASICA. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Programa de trabajo de la campaña manejo fitosanitario de maíz, a operar, con recursos del componente sanidad e inocuidad del programa de soporte, **2009**. [Consultado 2015, Enero 30] Disponible en <http://www.senasica.gob.mx/includes/asp/download.asp?iddocumento=11683&idurl=16564>

Shannon, P. J., Smith M. S., y E. Hidalgo. Evaluación en el laboratorio de aislamientos costarricenses y exóticos de *Metarhizium* spp. y *Beauveria* spp. contra larvas de *Phyllophaga* spp. (Coleoptera Scarabaeidae) en: Morón M.A. Diversidad y Manejo de Plagas Subterráneas, Publ. Esp. Someent. e Instituto Nacional de Ecología, México, **1993**: 203-215.

Shultz, E.B., D. Bhatnaga, M. Jacobson, L.R. Metcalf, C. R. Saxena and D. Unanader. Neem a tree for solving global problems. National Academy Press. Washington, D.C., **1992**: 39-51.

SIACON-SIAP. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). **2006**. [Consultado 2015, Enero 20]. Disponible en http://infosiap.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=286&Itemid=428.

SIA-HUARAL. Nicaragua. Maíz (*Zea mays*) y las plagas comunes. Boletín informático, **2004**.

Singh PP, Ambika Chauhan SMS. Activity guided isolation of antioxidants from the leaves of *Ricinus communis* L. Food Chemistry **2009**; 114 (3): 1069-1072.

Sosa, M. E. y Tonn, C. E. Plant secondary metabolites from Argentinean semiarid lands: bioactivity against insects. Phytochemistry Review **2008**; 7 (1): 3-24.

Sosa, M. A. Daño por *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz bajo siembra directa en diferentes épocas en el noreste santafesino. Revista INTA Estación Experimental Agropecuaria Reconquista. Santa Fe Argentina **2003**; 105 (2): 46-52.

Sosa, O. Jr. y Hall, D. G. Mortality of *Ligyurus subtropicus* (Coleoptera: Scarabaeidae) by Entomogenous Nematodes in field and laboratory trials. Journal Economic Entomology **1989**; 82 (3): 740-744.

Teetes, G. L., Wade, L. J., McIntyre, R. C. y Shaefer, C. A. Distribution and Seasonal Biology of *Phyllophaga crinita* in the Texas High Plains. Journal three native entomopathogenic nematodes (Rhabditidae) against third instar larvae of *Phyllophaga menetriesi* (Coleoptera: Scarabaeidae). International Journal of Tropical Insect Science **2006**: 233-238.

Tinzaara, W., Tushemereirwe, W., Nankinga, C. K., Gold, C. S., y Kashaija, I. The potential of using botanical insecticides for the control of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae). African Journal of Biotechnology **2006**; 5 (1): 1994-1998.

- Tippling**, P. W., J. G. Rodríguez, C. G. Poneleit, and D. E. Legg. Feeding activity of the maize weevil (Coleoptera: Curculionidae) on two dent corn lines and some of their mutants. *Journal of Economic Entomology* **1988**; 81 (1): 830-833.
- Topping**, M. D., Henderson, R. T. S., Luczynska, C. M., y Woodmass, A. Castor bean allergy among workers in the felt industry. In: *Allergy* **1982**; 37 (1):603-608.
- Torres**, L. y A. Cotes. Efecto de la crioconservación sobre la viabilidad y actividad biocontroladora de *Nomuraea rileyi* contra *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Colombiana de Entomología* **2005**; 33(2):133.
- Trease**, G.F and Evans, W.C. *Pharmacognosy*, 15th Ed. Saunders. **2002**.
- Tundis**, R., Loizzo, M. R., Statti, G. A., Passalacqua, N. G., Peruzzi, L., y Menichini, F. Pyrrolizidine alkaloid profiles of the *Senecio cineraria* group (Asteraceae). *Zeitschrift für Naturforschung B. A Journal of Chemical Science* **2007**; 62 (8): 467-470.
- Tyagi** K., Sharma, S., Rashmi, R., y Kumar, S. Study of phytochemical constituents of *Ricinus communis* Linn. under the influence of industrial effluent. *Journal of Pharmacy Research* **2013**; 6(8): 870-873.
- Upasani**, S. M., Kotkar, H. M., Mendki, P. S., & Maheshwari, V. L. Partial characterization and insecticidal properties of *Ricinus communis* L foliage flavonoids. *Pest management science* **2003**; 59 (12): 1349-1354.
- Valverde**, L., Z. A. De Toledo & S. Popich. Ciclo biológico de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Acta Zoológica Lilloana* **1995**; 43 (1): 131-143.
- Vargas**, E. y Abarca, G. Patogenicidad de *Bacillus cereus* y *Erwinia spp.* Sobre Jobotos del Género *Phyllophaga spp.* (Col.: Scarabaeidae). *Agronomía Costarricense* **1991**; 15(2): 157-162.
- Vázquez-Luna**, A., Pérez-Flores, L., y Díaz-Sobac, R. Biomoléculas con actividad insecticida: una alternativa para mejorar la seguridad alimentaria. *Ciencia y Tecnología Alimentaria* **2007**; 5 (4): 306-313.
- Vázquez-Luna**, A.; Pérez- Flores, L; Díaz-Sobac, R. Biomoléculas con actividad insecticida: una alternativa para mejorar la seguridad alimentaria. México. *Ciencia y Tecnología Alimentaria* **2007**; 5 (1): 306-313.

Vélez, R. A. Plagas agrícolas de impacto económico en Colombia: bionomía y manejo integrado. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín, **1997**.

Véliz Ricardo, Cruz Sully, Gómez Ana, García Vinicio, Álvarez Luis, Cáceres Armando, Morales Julio, Cobar Óscar, Samayoa Carmen, Orozco Rodolfo, Gaitán Isabel. Caracterización de Aceites Esenciales y extractos de ocho especies Mesoamericanas de Piperaceas y evaluación de la actividad biocida para su aprovechamiento como nuevos recursos aromáticos y/o medicinales. Universidad de San Carlos de Guatemala. Dirección General de Investigación. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas (IIQB), **2006**: 22.

Verduzco, L., Farias, J., Orozco, M., y Guzmán, S. Efecto de la incorporación de plantas y aplicación de nematicidas sobre el control de nemátodos agalladores. Revista Mexicana de Fitopatología **1996**; 14 (1):168-172.

Vergara O, H. Pitre y D. Parvin. Economic evaluation of lepidopterous pests in intercropped sorghum and maize in southern Honduras. Tropical Agriculture **2001**; 78 (3): 190-199.

Vergara, O. J. D., N. J. C. López., y C. B. Chaves. Evaluación de lapatogenicidad de nemátodo *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar (Rhabditida: Heterorhabditidae) sobre la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en condiciones de laboratorio. En: XXIV Congreso Sociedad Colombiana de Entomología (Resúmenes). Pereira: Socolen, **2004**.

Villamizar, L., C. Arriero, C.O. Bosa y A. Cotes. Desarrollo de preformulados a base de *Nomuraea rileyi* para el control de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Revista Colombiana de Entomología **2004**; 30 (1): 99-100.

Villaseñor R., J. L. y F. J. Espinosa G., Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México, D.F., **1998**.

Wafa, G., Amadou, D., y Larbi, K. M. Larvicidal activity, phytochemical composition, and antioxidant properties of different parts of five populations of *Ricinus communis* L. Industrial Crops and Products **2014**; 56, 43-51.

Ware, W. G., y M. D. Whitaker. An introduction to insecticides. In: G. W. Ware and D. M. Whitaker. The Pesticide Book. Edit. 6th Ed. Thomson Publications, Fresno, California, USA, **2004**.

Whitney, S. C. and R. J. Zimmerman. Biological, Mechanical, and Chemical Control of turfgrass-infesting scarabs in Colorado. *Southwestern Entomologist* **1989**; 14 (1): 351-55.

Zanábriga-Parra, F., C. y J.L. Rivera-Andraca. Extractos acuosos de higuera *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) y caoba *Swietenia humilis* (Meliaceae) como disuasivos de la alimentación en la hormiga arriera *Atta mexicana*. In: Agricultura sostenible. Alternativas contra plagas **2007**; 1 (1): 1-9.

Zhang, A. W., Liu, W. Z., Deng, C. S., Nong, X. Q., Wu, Z. K., Guo, W. L., Jiang, B., Wang, S. F. Song, L. W. y Chen, F. Field control of Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Lepidoptera: Pyralidae) with different preparation forms of *Beauveria bassiana*. *Chinese Journal of Biological Control* **1990**; 6 (3): 118-120.

Zimmermann, G. The entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* and its potential as a biocontrol. *Journal of Pesticide Science* **1993**; 37 (1): 375-379.