

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Insectos de importancia en control biológico con énfasis en Asilidae y
Tachinidae (Insecta: Diptera)

Por:

LUIS FERNANDO TIRADO CHOCA

Monografía

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Insectos de importancia en control biológico con énfasis en Asilidae y Tachinidae
(Insecta: Diptera)

Por:

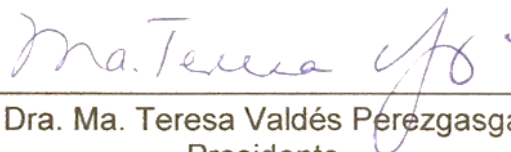
LUIS FERNANDO TIRADO CHOCA

Monografía

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

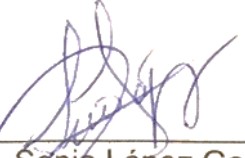
INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobada por el Jurado Examinador:


Dra. Ma. Teresa Valdés Pérezgasga
Presidente


M.C. Fabián García Espinoza
Vocal


Dr. Aldo Iván Ortega Morales
Vocal


M.C. Sonia López Galindo
Vocal Suplente


Dr. Isaiás de la Cruz Álvarez
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2019



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Insectos de importancia en control biológico con énfasis en Asilidae y Tachinidae
(Insecta: Diptera)

Por:

LUIS FERNANDO TIRADO CHOCA

Monografía




Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dra. Ma. Teresa Valdés Perezgasga
Asesor Principal


M.C. Fabián García Espinoza
Asesor
Dr. Aldo Iván Ortega Morales
Asesor
M.C. Sonia López Galindo
Asesor
Dr. Isaías de la Cruz Álvarez
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2019



AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a mi **Alma Mater**, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por alimentarme de su sabiduría, por el apoyo incondicional brindado para alcanzar una carrera profesional, meta muy importante en mi vida.

A **mis padres** Miguel Ángel Tirado Flores y Virginia Choca Zitlalapa por su apoyo incondicional durante todo el trayecto de mi formación académica para llegar a ser una persona realizada.

Agradezco infinitamente a mi **Dios** por permitirme la vida misma ya que él me motivó a seguir adelante por el camino del bien.

Un agradecimiento muy especial para todos los profesores del **Departamento de Parasitología**, porque gracias a ellos logré culminar mi carrera un logro en mi vida.

Agradezco de manera muy especial al **M.C. Fabián García Espinoza**, por haber confiado en mí, por su gran apoyo y dedicación que me brindó durante el trayecto del presente trabajo y sobre todo por ser un excelente maestro, una gran persona y buen amigo.

A la **Dra. Ma. Teresa Valdés Perezgasga** por su valiosa colaboración en la revisión de la presente monografía.

DEDICATORIAS

A **mis padres** Miguel Ángel Tirado Flores y Virginia Choca Zitlalapa por contar con ellos en todos momentos, por su apoyo incondicional, sus consejos y por todo lo brindado.

A mis **hermanas y hermano** Brisa Selene, Angélica Lizeth, Vicky Mariela y Víctor Hugo por la unión familiar que nos inculcaron nuestros padres.

A mi **tío**, Martiniano Casarrubias Flores por todo su apoyo incondicional durante toda mi preparación profesional

A mi **abuela**, Oliva Flores Arcadio por todas sus enseñanzas y su cariño.

A **Crisol Cruz** Quintero por su todo su apoyo, por estar siempre en cada momento, por su cariño, comprensión y paciencia lo cual influenció para finalizar mi carrera.

A mis **amigos**, Lorenzo Daniel Leyva, Edu Valencia, Fernando Leyva, Abel Martínez, Jorge Ventura, Romario Lima, Mayra Beltrán, Edgar Ixtlilco y Miguel Tenango.

RESUMEN

Los insectos constituyen en todo el mundo el 80% de todas las especies que habitan el planeta, siendo de suma importancia para el medio ambiente en todas sus expresiones. De los insectos se pueden obtener diversos productos como la miel de las abejas, la seda de los gusanos, frutos y verduras por la polinización que estos realizan. En la agricultura los insectos tienen un papel importante ya que estos se pueden comportar como insectos plaga, causando daños económicos parciales o totales, por otra parte, en los últimos años los insectos se utilizan para tener un control integrado o control biológico. Dentro de los órdenes con potencial en control biológico se consignan a los coleópteros de las familias Coccinellidae, Carabidae y Curculionidae, estos últimos como controladores de maleza, los hemípteros de las familias Anthocoridae, Reduviidae y Geocoriade, los himenópteros de las familias Vespidae, Braconidae, Aphelinidae, Trichogrammatidae e Ichneumonidae y los neurópteros de las familias Crysopidae y Hemerobiidae. Otro orden que incluye insectos con hábitos depredadores y parasitoides es Diptera, Asilidae y Tachinidae, son ejemplo de ello. La familia Asilidae, vulgarmente conocidas como “moscas ladronas” tiene potencial de depredación sobre varios insectos plaga y la familia Tachinidae conocidas como “moscas peludas”, son capaces de parasitar a sus presas.

Palabras clave: Moscas depredadoras, Dípteros parasitoides, Control natural, Diversidad, Plagas.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Importancia de los insectos	3
2.2. Uso de los insectos como controladores de plaga	4
2.3. Control biológico natural.....	6
2.4. Control biológico inducido	7
2.5. Ordenes de insectos utilizados en el control biológico.....	9
2.5.1. Coleoptera	11
2.5.1.1. Familia Coccinellidae	12
2.5.1.2. Familia Carabidae	19
2.5.1.3. Familia Curculionidae como controladores de maleza	20
2.5.2. Hemiptera.....	24
2.5.2.1. Familia Anthocoridae	26
2.5.2.2. Familia Reduviidae	29
2.5.2.3. Familia Geocoridae	32
2.5.3. Hymenoptera	34
2.5.3.1 Familia Vespidae	35
2.5.3.2. Familia Braconidae.....	36
2.5.3.3. Familia Aphelinidae	37
2.5.3.4. Familia Trichogrammatidae	39
2.5.3.5. Familia Ichneumonidae	40
2.5.4. Neuroptera	43
2.5.4.1. Familia Crysopidae.....	44

2.5.4.2. Familia Hemerobiidae	46
2.5.5. Diptera	48
2.6. Los dípteros en el control biológico	50
2.6.1. Familias con hábitos predadores	50
2.6.1.1. Syrphidae	51
2.6.1.2. Bombyliidae	52
2.6.1.3. Asilidae	54
2.6.2. Familias con hábitos parasitoides	61
2.6.2.1. Sarcophagidae	62
2.6.2.2. Tachinidae	63
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
5. LITERATURA CITADA	75

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales órdenes y familias de insectos predadores (Nájera y Brígida, 2010).....	10
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Apis mellifera</i> L. (Hymenoptera: Apidae) llevando a cabo la polinización. Cortesía de Jon Sullivan.....	4
Figura 2. El parasitoide <i>Aphidius colemani</i> atacando un pulgón. Cortesía de Bioplanet.	5
Figura 3. Chinche <i>Lygus hesperus</i> (Hemiptera: Miridae) parasitada por <i>Beauveria bassiana</i> . Cortesía de Surendra Dara.....	6
Figura 4. <i>A. chrysimphali</i> parasitando a la escama roja de los cítricos. Cortesía de Ruth Cebolla Sos.....	7
Figura 5. Adulto de <i>R. cardinalis</i> comiendo un insecto escama (<i>Icerya purchasi</i>). Foto: Mark Hoddle, FCD.....	8
Figura 6. Coleóptero de la familia Scarabaeidae. Cortesía de Lorena Barranco.....	11
Figura 7. Diversidad de Coccinellidae (Coleoptera) de la región de Magallanes (Zúñiga-Reinoso, 2011).	13
Figura 8. Adulto (y pupa) de <i>Cycloneda sanguinea</i> depredando áfidos. Cortesía de Dr. Carlos Manzano.	15
Figura 9. Adulto y larva de <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> . Cortesía de Koppert y Guido Bohne.....	16
Figura 10. Adulto de <i>O. v-nigrum</i> (Coleoptera: Coccinellidae). Cortesía de Ashy Gray.	17
Figura 11. Vista lateral del adulto de <i>H. convergens</i> . Cortesía de Mariflor Burguillos.	18
Figura 12. <i>C. sycophanta</i> alimentándose de una larva de lepidóptero. Cortesía de Evgeny Komarov.....	20

Figura 13. <i>R. conicus</i> posado en cardo de pantano (<i>Cirsium palustre</i>). Cortesía de Andy Phillips.	22
Figura 14. <i>M. lypriformis</i> alimentándose. Cortesía de Laboratorio Europeo de Control.	23
Figura 15. Daño ocasionado por <i>N. bruchi</i> . Cortesía de Willey Durden.	24
Figura 16. Hormigas y pulgones en simbiosis. Cortesía de Ozsef Szasz-Fabian	25
Figura 17. <i>Orius</i> sp. Depredando un Trips. Cortesía de OBA	27
Figura 18. <i>O. leavigatus</i> alimentándose de ninfas de mosca blanca. Cortesía de Jack Dykinga.....	28
Figura 19. Adulto de <i>A. nemoralis</i> . Cortesía de BIOPLANET.	29
Figura 20. Ninfa de chinche de la familia Reduviidae, género <i>Coranus</i> . Cortesía de Andra Källor.	30
Figura 21. El adulto <i>Z. renardii</i> depredando un Díptero. Cortesía de Luis Vivas.	31
Figura 22. Chinche Geocoridae sobre ninfas de mosquita blanca. Cortesía de Runk/Schoenberger	33
Figura 23. Avispas (<i>Polybia occidentalis</i>). Cortesía de Cheryl Harleston	35
Figura 24. (Braconidae: <i>Aphidius ervi</i>) parasitando un pulgón. Cortesía de BioBest.	37
Figura 25. <i>A. abdominalis</i> parasitando a un pulgón. Cortesía de KOPPERT.....	38
Figura 26. Adulto de <i>T. pretiosum</i> sobre huevos de lepidóptero. Cortesía de KOPPERT.	40
Figura 27. Adulto de <i>B. curculionis</i> . Cortesía de Bob Carlson.	42
Figura 28. Adulto de <i>D. insulare</i> atacando a larvas de lepidóptero. Cortesía de Canola Digest.....	43
Figura 29 . Larva de <i>Chrysoperla carnea</i> alimentándose de un pulgón. Cortesía KOPPERT.	45
Figura 30. <i>C. externa</i> en vista lateral. Cortesía de Fernando Gustavo Durán.....	46
Figura 31. Adulto de <i>S. barberi</i> Banks. Cortesía de Juan M. Vanegas-Rico	47
Figura 32. Díptero en vista superior mostrado su par de alas membranosas y balancines. Cortesía Neyro A.	48

Figura 33. Adulto típico de Bombyliidae. Cortesía de Salvador Vitanza	53
Figura 34. Vista lateral de un típico Asilidae. Cortesía de (Artigas, 1999).	55
Figura 35. Vista lateral del macho <i>N. blantoni</i> (Bromley, 1951).....	57
Figura 36. Adulto de <i>A. varipes</i> alimentándose de un himenóptero. Cortesía de Diptera.info	58
Figura 37. Adulto de <i>A. crabroniformis</i> alimentándose de pupas de lepidópteros. Cortesía de Francisco Rodríguez.....	59
Figura 38. Adulto de <i>A. lepidus</i> depredando a un himenóptero polinizador. Cortesía de Valter Jacinto	60
Figura 39. Adulto de <i>A. trifarius</i> alimentándose de un díptero: Asilidae. Cortesía de Diptera.info	61
Figura 40. Vista lateral de un adulto típico de Sarcophagidae. Cortesía de Muhammad Mahdi Karim.....	63
Figura 41. Vista lateral de un Tachinidae. Cortesía de Rafael Estevez.	64
Figura 42. Adulto de <i>Ptilodexia</i> Brauer & Bergenstamm. Cortesía de Salvador Vitanza.	66
Figura 43. Vista lateral de <i>Microphthalma</i> . Cortesía de Nikolai Vladimirov.	67
Figura 44. Vista lateral del adulto <i>Eucelatoria</i> sp. Cortesía de Chrisraper.org	68
Figura 45. Vista superior de <i>T. pennipes</i> . Cortesía de Simon Oliver	69
Figura 46. Adulto de <i>Trigonospila</i> sp. Cortesía de Mostly.Nature.	70

1. INTRODUCCIÓN

Los insectos son animales invertebrados pertenecientes al grupo de los artrópodos, el cual también incluye a los crustáceos (cangrejos, camarones, langostas y otros), los miriápodos (ciempiés y milpiés), los arácnidos (arañas, escorpiones, garrapatas, ácaros y otros), las arañas de mar y las cacerolas de mar, además de algunos grupos extintos como los trilobites (Zumbado y Azofeifa, 2018).

Los insectos comprenden 31 grandes órdenes (Triplehorn y Johnson, 2005), muchos de ellos poco conocidos por la mayoría de las personas. En general se está familiarizado con la existencia de escarabajos, abejas y avisas, moscas, mosquitos y mariposas, los cuales son, sin duda, los grupos más importantes y de los más ricos en especies (Triplehorn y Johnson, 2005),

Cuando pensamos en insectos con frecuencia nos viene a la mente todo el daño y la molestia que nos causan: los piquetes de los mosquitos, las enfermedades que nos transmiten, el veneno que inyectan las avispas y abejas con su aguijón, y el daño que causan en estructuras de madera, a los cultivos ornamentales, agrícolas y forestales y a los alimentos almacenados. Sin embargo, ese efecto negativo es opacado por los grandes beneficios y servicios que nos brindan, a pesar de que no reparamos en ello (Zumbado y Azofeifa, 2018).

De los insectos obtenemos productos útiles de comercio como la seda de los gusanos la cera, de las abejas obtenemos la miel, pigmentos de cochinillas, insectos como carnada para los peces. Los insectos ayudan en la producción de frutas, verduras y flores con la polinización, también los insectos sirven como alimento de

otros insectos, sirven como consumidores de carroña. Los insectos también se utilizan en la medicina como las picaduras de abejas para el remedio del reumatismo. Así mismo, los insectos son aliados importantes en la lucha contra las plagas (Triplehorn y Johnson, 2005); dado lo anterior, en el presente trabajo, en un esfuerzo para poner de manifiesto la utilidad de los insectos para la agricultura, se presenta una revisión de literatura que aborda la utilidad de estos organismos en el control y manejo de plagas.

1.1. Objetivo

Presentar una revisión bibliográfica que aborde los principales órdenes y familias de insectos utilizados como agentes de control biológico y enfatizar la revisión de literatura sobre Tachinidae y Asilidae, dos familias de Diptera con hábitos parasitoides y depredadores, respectivamente.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia de los insectos

El 80 % de todas las especies del mundo lo constituyen los insectos. Son de gran importancia tanto biológica para el buen funcionamiento de los ecosistemas como económica por constituir plagas de cultivos, control biológico de plagas, vectores de enfermedades y por la utilización que hace el hombre de algunos de ellos y sus productos (Rivero, 2006).

Se tiene conocimiento que en todo el mundo existen más de un millón de especies de insectos. De esta enorme diversidad, únicamente el 3% de los agroecosistemas las especies se comportan como insectos plaga y el 97% solo es fauna auxiliar, de la cual, el 35% está representado por enemigos naturales de las plagas, entre los que destacan diversas especies de insectos predadores y parasitoides, y el 62% restante lleva a cabo otras funciones (Nájera y Brígida, 2010).

Estos organismos se encuentran distribuidos por todo el mundo, habitando todos los ambientes conocidos, viven en tierra, agua, aire, sobre rocas, residuos orgánicos, debajo del suelo e incluso el petróleo (Delgado y Couturier, 2004).

Los insectos constituyen el conjunto natural más extenso de los organismos que en la actualidad pueblan la tierra. De todas las especies vivientes conocidas, incluidas animales y plantas, la mitad aproximadamente son insectos. Solo considerando el Reino Animal, el número de especies de insectos alcanzaría un 73% del total. Esto significa que, por cada una de los demás grupos de invertebrados o vertebrados, en la actualidad se conocen tres especies distintas de insectos (De Liñán, 1998).

Los insectos son esenciales para el flujo de las funciones del ecosistema como: el reciclaje de nutrientes mediante la degradación de las hojarascas y maderas, dispersión de hongos, dispersión de carroña, estiércol y aumento del suelo. Propagación de plantas con la polinización (Figura1) y la diseminación de semillas, siendo alimento de especies vertebradas insectívoras, como de aves, mamíferos, reptiles y peces (Gullan y Cranston, 2010).



Figura 1. *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) llevando a cabo la polinización. Cortesía de Jon Sullivan.

2.2. Uso de los insectos como controladores de plaga

Dentro de los controladores naturales de plagas se encuentran los enemigos naturales. Entre ellos se pueden encontrar aves insectívoras, así como insectos

predadores y parasitoides, los cuales consumen diferentes etapas de insectos plaga (Baier *et al.*, 2004).

Un componente importante para el control de plagas, es la utilización de agentes biológicos que, a base de insectos, ácaros, malezas y enfermedades de plantas, puedan controlar por medio de parasitismo (Figura 2), depredación o infestación a las especies dañinas (Baier *et al.*, 2004).



Figura 2. El parasitoides *Aphidius colemani* atacando un pulgón. Cortesía de Bioplanet.

Los agentes de control, provienen de una gran variedad de grupos taxonómicos, así como de propiedades biológicas y poblaciones muy diversas. Estas características juegan un gran papel en el éxito o fracaso asociado con el uso de un grupo particular de enemigos naturales. Por esto, es de gran valor una detallada apreciación de la biología, los hábitos y el comportamiento de los diferentes grupos de enemigos naturales (Nicholls, 2008).

2.3. Control biológico natural

El control natural se refiere a la acción de control que ejercen un gran conjunto de factores ambientales, tanto abióticos como bióticos, sobre las poblaciones. Gracias a este control la mayoría de las especies de insectos potencialmente dañinas no se convierten en plagas reales, teniendo como resultado un 1% las especies que llegan a resultar nocivas (Samways, 1990).

Los enemigos naturales se clasifican en: parasitoides, predadores y patógenos, en este último se incluyen a hongos (Figura 3), bacterias, virus, nematodos y protozoarios, mientras tanto que los dos primeros grupos se denominan entomófagos y el último entomopatógenos (Bahena, 2008).

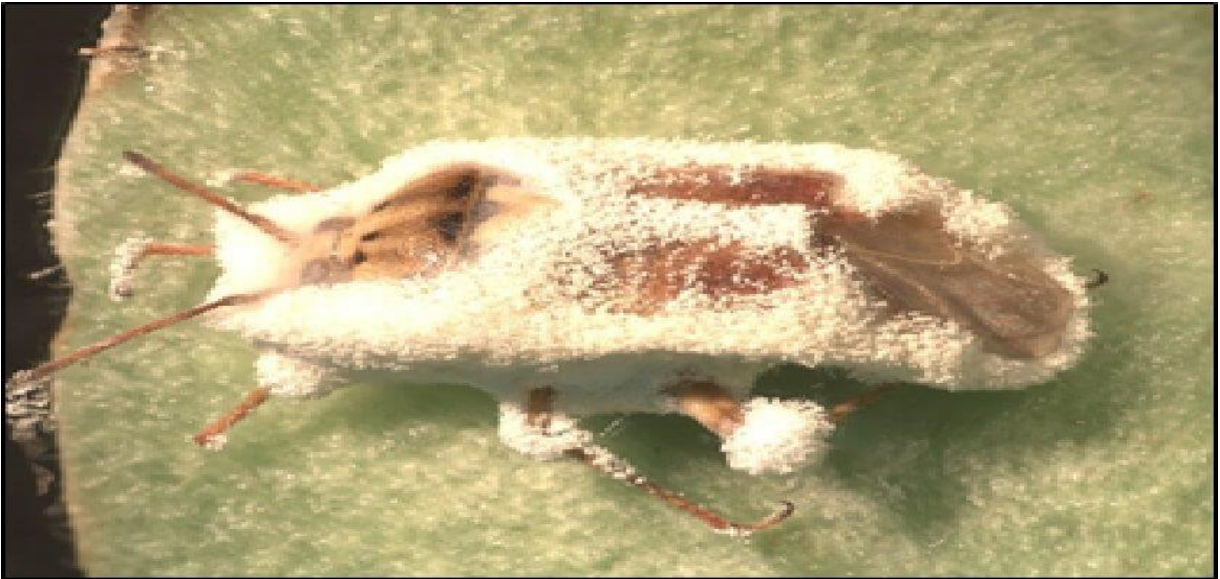


Figura 3. Chinche *Lygus hesperus* (Hemiptera: Miridae) parasitada por *Beauveria bassiana*. Cortesía de Surendra Dara.

Los enemigos naturales nativos o exóticos aparecen esporádicamente y, por tanto, ejercen un factor de mortalidad que provee un control sobre la plaga. Este fenómeno se conoce como control biológico fortuito. Un ejemplo de éste se dio en el

este de África, donde la avispa parasitoide *Aphytis chrysimphali* (Hymenoptera: Aphelinidae) (Figura 4) originaria de la región mediterránea, fue accidentalmente introducida y ahora ejerce un control sobre la escama roja de los cítricos (Nicholls, 2008).



Figura 4. *A. chrysimphali* parasitando a la escama roja de los cítricos. Cortesía de Ruth Cebolla Sos.

2.4. Control biológico inducido

El control biológico se trata de una técnica milenaria que utilizaron culturas como la china en el siglo III. Fue, sin embargo, a partir de finales del siglo XIX cuando el control biológico de plagas despertó un gran interés debido al éxito que consiguió con la introducción de la mariquita *Rodolia cardinalis* (Coleoptera: Coccinellidae) para el control de la cochinilla acanalada *Icerya purchasi* (Homoptera: Coccidae) (Figura 5) (Nicholls, 2008).



Figura 5. Adulto de *R. cardinalis* comiendo un insecto escama (*Icerya purchasi*). Foto: Mark Hoddle, FCD.

El control biológico fue concebido a inicios del siglo XIX cuando algunos naturistas de diferentes países reseñaron el importante papel de los organismos entomófagos en la naturaleza y con el empleo de estos controladores biológicos se intenta restablecer el perturbado equilibrio ecológico, mediante la utilización de organismos vivos, para eliminar o reducir los daños causados por organismos perjudiciales (Baddi y Abreu, 2006).

En los últimos años se ha incrementado el interés de los técnicos, agricultores, instalaciones gubernamentales y del público en general, sobre la utilización del control biológico de plagas, como una alternativa de bajo impacto ambiental y una herramienta

segura para los productores y los consumidores. Este interés se ha visto reflejado en la demanda de agentes de control biológico, lo cual a su vez ha promovido la creación de numerosos centros de reproducción de organismos benéficos en México (Salas-Araiza y Salazar-Solís, 2003).

2.5. Ordenes de insectos utilizados en el control biológico

Los órdenes usados principalmente en el control biológico son: Coleoptera, Hemiptera, Thysanoptera, Mantodea, Hymenoptera, Neuroptera, Dermaptera y Diptera. Existen más de 30 familias de insectos predadores, de las cuales Anthocoridae, Nabidae, Reduviidae, Carabidae, Coccinellidae, Nitidulidae, Staphylinidae, Chysopidae, Formicidae, Cecidomyiidae y Syrphidae (Cuadro 1) se consideran más importantes en el manejo de plagas en agroecosistemas (Van Driesche *et al.*, 2007).

Cuadro 1. Principales órdenes y familias de insectos predadores (Nájera y Brígida, 2010).

Orden	Familia	Principales Presas
Coleoptera	Coccinellidae	Pulgones, cochinillas y moscas blancas
	Cleridae	Larvas de mariposas y chicharritas
	Melyridae	Huevos, lavas, pupas, adultos de tamaño pequeño y cuerpo blando de diversos insectos.
Hemiptera	Carabidae	Larvas y pupas de mariposas y avispa.
	Anthocoridae	Trips, ninfas de mosquita blanca pequeñas larvas de mariposas, ácaros y pulgones
	Geocoridae	Pequeños insectos de diferentes grupos
	Nabidae	Pulgones y larvas de mariposas
	Reduviidae	Pulgones, larvas de mariposas, escarabajos y chicharritas.
	Pentatomidae	Escarabajos y catarinitas plaga
	Pymatidae	Abejas, moscas, mariposas y otras chinches
Diptera	Asilidae	Chapulines, escarabajos, avispas, abejas, huevecillos de chapulines y otras moscas.
	Syrphidae	Las larvas son depredadores de pulgones y pequeñas larvas de mariposas.
Neuroptera	Chysopidae	Sus larvas se alimentan de pulgones, mosquitas blancas, ácaros, huevos, larvas de mariposas, escarabajos y trips.
	Hemerobiidae	Adultos y larvas son depredadores de pulgones, larvas de mariposas y otros insectos de cuerpo blando.
Hymenoptera	Formicidae	La mayoría son depredadores generalistas.
	Vespidae	Depredadores generalistas.
Dermaptera	Forticulidae	Pulgones, huevos y larvas de mariposas y palomillas.
Mantodea	Mantidae	Depredadores generalistas.
Odonata	Calopterygidae	Moscas, mosquitos y otros insectos pequeños.
	Coenagrionidae	Moscas, mosquitos y otros insectos pequeños.

2.5.1. Coleoptera

Los coleópteros son uno de los grupos más diversos en cuanto a forma, coloración, tamaño y hábitat. En México se identifican comúnmente a los ejemplares adultos con nombres derivados de la lengua náhuatl como: “mayates”, “pipioles”, “timoles” y “jicotes” (Figura 6), otros nombres pueden ser gallina ciega, catarinas, vaquitas y escarabajos (CONABIO, 2011).



Figura 6. Coleóptero de la familia Scarabaeidae. Cortesía de Lorena Barranco.

Según Chapman (2009), el número de especies de coleópteros descritos del planeta oscila entre los 360,000 y 400,000 lo que le convierte en el orden de animales más diverso del mundo, en más de 110 familias.

Se encuentran en gran variedad de ecosistemas yendo desde medios acuáticos, terrestres, se asocian frecuentemente a diferentes tipos de vegetación.

También pueden establecer relaciones de ectosimbiosis con hongos, ácaros, y nematodos a los que suelen transportar y de endosimbiosis con microorganismos los cuales pueden influir en el comportamiento y la capacidad reproductiva de sus hospedadores (Vargas y Zardoya, 2012; Alonso, 2015).

Dentro de este orden, se pueden encontrar varias familias de hábitos depredadores, entre los que destacan Coccinellidae, Carabidae, Cantharidae, Staphilinidae, Histeridae, Cleridae y Curculionidae, este último con utilidad en el control de algunas especies vegetales dañinas (Van Driesche y Hoddle, 2008).

2.5.1.1. Familia Coccinellidae

La familia Coccinellidae es muy diversa y conocida dentro del orden Coleoptera (Figura 7). Se les conoce comúnmente con el nombre de “chinitas” o “mariquitas”, y debido a su inofensiva apariencia y sus vistosos colores son considerados como uno de los grupos de coleópteros más carismáticos. Por otra parte estos son de gran importancia para la agricultura, ya que tanto en su etapa adulta como larvaria son grandes depredadores de insectos herbívoros por lo que son utilizados para el control de importantes plagas agrícolas (Zúñiga-Reinoso 2011).

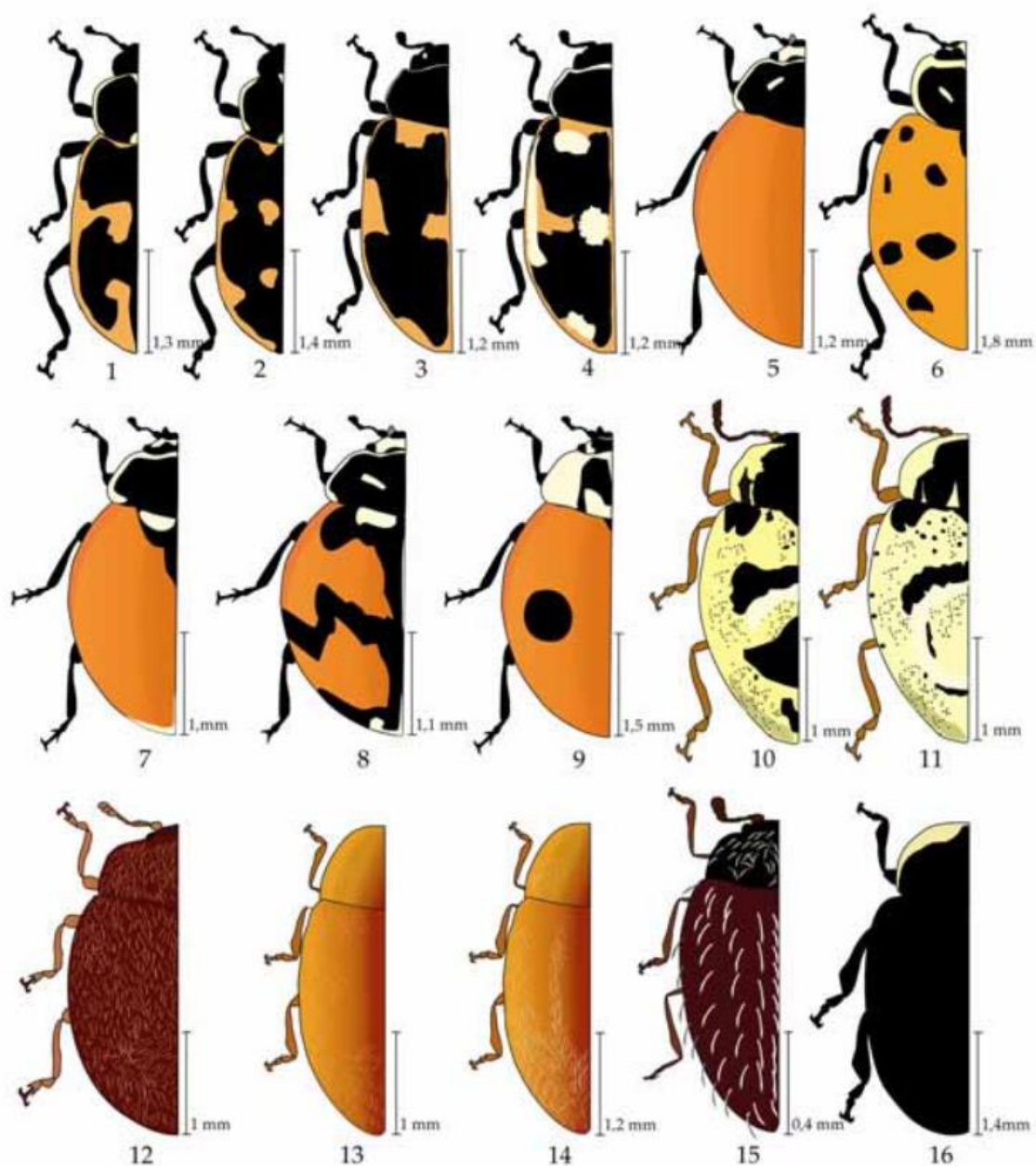


Figura 7. Diversidad de Coccinellidae (Coleoptera) de la región de Magallanes (Zúñiga-Reinoso, 2011).

Los coccinélidos predadores presentan gran actividad de búsqueda, ocupando todos los ambientes de sus presas, siendo por eso agentes eficientes para el control biológico de plagas. La ocurrencia natural de larvas y adultos de coccinélidos

predadores, durante la fase de infestación de pulgones en plantas cultivadas, es un factor preponderante para el control biológico de esas plagas (Funichello *et al.*, 2012).

Entre los enemigos naturales predominantes se pueden citar a las especies pertenecientes a la familia Coccinellidae (Coleoptera), principalmente *Cycloneda sanguinea* y *Hippodamia convergens* Guérin-Ménéville, como predadores de pulgones, y *Delphastes pusilis* como predador de los estadios inmaduros de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Funichello *et al.*, 2012).

En la familia Coccinellidae, se encuentran los principales géneros y especies depredadoras que se han utilizado con éxito en el control de plagas agrícolas, pudiendo mencionar a *Cycloneda sanguinea* y *Cryptolaemus montrouzieri* (Morales, 2006).

El coccinélido *Cycloneda sanguinea* es un insecto benéfico que se encuentra generalmente en zonas de clima cálido y templado. En ambos hemisferios a este insecto se le encuentra comúnmente en plantaciones de cítricos, campos de algodón, maíz, sorgo y algunas malezas hospederas. Es considerado un importante depredador de áfidos (Figura 8), así como también de estados inmaduros de varios lepidópteros y otros insectos plaga (Morales, 2006).



Figura 8. Adulto (y pupa) de *Cycloneda sanguinea* depredando áfidos. Cortesía de Dr. Carlos Manzano.

Entre ese grupo de predadores, *C. sanguinea* es comúnmente observado en varios cultivos, como algodón, soja y maíz. Cada larva de este predador puede consumir hasta 40 pulgones al día y los adultos depredan en promedio 20 pulgones al día. Sin embargo, las plantas pueden afectar directa o indirectamente la biología y la eficiencia de los coccinélidos, alterando la calidad de depredación para encontrar su presa (Funichello *et al.*, 2012).

El adulto y la larva de *C. sanguinea* son depredadores eficientes como agentes de control biológico por su voracidad, respuesta funcional, respuesta numérica y la preferencia por sus presas. Es importante establecer cultivos como el girasol ya que éste puede garantizar la conservación de *C. sanguinea* (Moreno *et al.*, 2005)

Dentro de Coccinelidae también encontramos al espécimen *Cryptolaemus montrouzieri* un depredador que cuenta con 4 milímetros de largo de color castaño oscuro con la cabeza, abdomen y segmento caudal rojizo o anaranjado (Figura 9). La hembra es capaz de poner entre 400 a 500 huevecillos durante sus 50 días de vida, los cuales son colocados en las colonias de cochinillas, entre los ovisacos. En estado de larva se alimenta vorazmente sobre todos los estadios (huevos, ninfas y adultos) de la plaga. La larva se caracteriza por la presencia de accesorios lanosos de cera blanca (Figura 9) que en ocasiones da pie a que se le confunda con la misma plaga (González, 2008).



Figura 9. Adulto y larva de *Cryptolaemus montrouzieri*. Cortesía de Koppert y Guido Bohne.

Otro coccinélido reportado con potencial en el control biológico es *Olla v-nigrum* (Figura 10) es descrito por su potencial depredador sobre áfidos, cóccidos y al psílido asiático de los cítricos que es considerada la plaga más importante de los cítricos, aunque también se ha reportada en cultivos como cebada y leguminosas (Palomares-Pérez *et al.*, 2016)



Figura 10. Adulto de *O. v-nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae). Cortesía de Ashy Gray.

Hippodamia convergens es otra de las especies de coccinélidos más conocidas en América y es comúnmente colectada en México (Figura 11). Se considera una especie importante en la depredación de diversos pulgones como *Melanaphis sacchari*. En distintos cultivos en el país puede encontrarse en cultivos industriales, hortalizas y frutales. La presencia de *C. sanguinea* y *H. convergens*, como depredadores del pulgón amarillo en sorgo, confirman la capacidad de coexistencia de coccinélidos en hábitats agrícolas y que ambas especies de coleópteros actúan como factores de regulación de *M. sacchari* (Provisor-Bermudez y López-Martínez, 2016).



Figura 11. Vista lateral del adulto de *H. convergens*. Cortesía de Mariflor Burguillos.

2.5.1.2. Familia Carabidae

Los adultos poseen las mandíbulas bien desarrolladas, las usan para matar a la presa y fragmentarla. Especies más especializadas paralizan a la presa después de una mordedura. Son poseedores de una extraordinaria voracidad, consumen diariamente cerca de su masa corporal, este alimento les sirve para almacenar reservas de grasas que son utilizadas posteriormente en periodos de reproducción en invierno (Espíndola, 2004).

La mayoría de los carábidos son depredadores generalistas que viven en el suelo o cerca de este y se alimentan principalmente en la noche. Algunas especies trepan a las plantas en busca de presas. Los carábidos son depredadores importantes en forrajes, cereales y en cultivos en surcos. Los carábidos con hábitos especializados en depredación, *Calosoma sycophanta* (Figura 12) ha sido introducido para controlar plagas invasoras, tal como para el control de la polilla gitana *Lymantria dispar*. También se describe como depredador de larvas de lepidópteros en masa forestales (Van Driesche y Hoddle, 2008).



Figura 12. *C. sycophanta* alimentándose de una larva de lepidóptero. Cortesía de Evgeny Komarov.

2.5.1.3. Familia Curculionidae como controladores de maleza

Las malezas acuáticas en ocasiones no representan problema alguno, sólo forman parte de la vegetación en diferentes lugares, pero algunas si representan un interés especial, siendo aquellas que pueden convertirse en un serio problema para la conducción, navegación, la salud humana y en muchos de los casos para las condiciones ambientales de la vida animal en ríos y otros cuerpos de agua (Bojórquez y Aguilar, 2008)

En estado de Sinaloa México se han establecido proyectos para evaluar el control biológico de maleza, en el año de 1995 fue cuando se inició este proyecto en la presa Adolfo López Mateos y presa Salanola las cuales presentaban problemas de

lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) por lo que se introdujo a *Neochetina bruchi* y *N. eichhorniae* para evaluar su efectividad sobre esta maleza (Bojórquez y Aguilar, 2008).

Alrededor de 68 especies de curculiónidos han sido usados en proyectos de control biológico. Entre los agentes establecidos, han logrado al menos el control local en un área. Los ejemplos de picudos que han sido efectivos incluyen a *Rhinocyllus conicus* (Figura 13), el cual controló al cardo nudoso (*Carduus nutans* L) en Canadá y en otras partes; *Neohydronomus affinis* Hustache, controló a la lechuga acuática (*Pistia stratiotes* L.) en varios países; *Neochetina eichhorniae* Warner y *Neochetina bruchi* Hustache, han controlado al lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) en muchos países y *Microlarinus lypriformis* que, junto con *Microlarinus lareynii* controló parcialmente a *Tribulus terrestris* L (Van Driesche y Hoddle, 2008).



Figura 13. *R. conicus* posado en cardo de pantano (*Cirsium palustre*). Cortesía de Andy Phillips.

El curculionido *Rhinocyllus conicus* es originario del sur y centro de Europa, el norte de África y el oeste de Asia. Este gorgojo fue el primer insecto introducido en América del Norte para el control biológico del cardo asintiendo. Se recolectó del valle del Rin en Francia y se lanzó en Canadá en 1968. En 1969, se introdujo en California, Virginia y Montana. Posteriormente, se trasladó de Virginia a otros estados de los EE. UU. Los adultos son de color marrón oscuro y de unos 10 a 15 mm de largo. Este insecto es bastante específico del huésped y se alimenta principalmente de cardos que pertenecen al grupo *Carduus*, *Cirsium* y *Silybum* de la familia Asteraceae. Ninguna de

las plantas económicas pertenecientes a la misma familia es atacada por estos (Kok y Surles, 1975).

Dentro de esta familia se encuentra *Microlarinus lypriformis* (Figura 14), las larvas y los adultos atacan a *Tribulus terrestris*. La alimentación larval dentro de tallos y coronas de raíz, inhibe la capacidad de las plantas para transportar y almacenar nutrientes vitales, y la alimentación excesiva puede causar la rotura del tallo. Los adultos causan impactos secundarios al alimentarse de tallos y hojas (Coombs *et al.*, 2004).



Figura 14. *M. lypriformis* alimentándose. Cortesía de Laboratorio Europeo de Control.

La especie *Neochetina bruchi* (Figura 15) también presenta un potencial para el control biológico de maleza ya que en estudios y evaluaciones resultó que fue eficiente al mostrar un mejor resultado de adaptación, en los diferentes estadios de desarrollo

de los insectos; copula, ovoposición, desarrollo larval por lo que tiene un excelente control sobre el jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) (Muñoz-Solart y Ante, 2017).



Figura 15. Daño ocasionado por *N. bruchi*. Cortesía de Willey Durden.

2.5.2. Hemiptera

Goula y Mata (2015), describen que este orden es un conjunto de insectos muy variado, con cerca de 100,000 especies descritas teniéndose diversas formas y multitud de adaptaciones.

Los hemípteros constituyen el mayor orden de insectos con metamorfosis incompleta; popularmente se les conocen como chinches, chicharras, chicharritas, cochinillas, pulgones, mosquitas blancas, etc. Se han descrito cerca de 82,000

especies en ese orden, que corresponden del 8 al 10 % del total de los insectos conocidos (Goula y Mata, 2015)

Según Briceño y Hernández (2008), menciona que el orden Hemiptera es el quinto orden más diverso de Insecta. Se caracteriza por succionar savia, inyectar toxinas y transmitir enfermedades virales. Algunos de estos insectos viven asociados con hormigas en una completa simbiosis (Figura 16), donde las hormigas sirven de transporte a algunos insectos chupadores no alados estos aportan sustancias azucaradas que les sirven de alimento a las hormigas.



Figura 16. Hormigas y pulgones en simbiosis. Cortesía de Ozsef Szasz-Fabian

En este orden se tiende a considerar cuatro subórdenes: Heteroptera (chinches), Cicadomorpha (cigarras, cigarrillas, membrácidos, cercópidos), Fulgoromorpha (fulgóricos, delfácidos), y Sternorrhyncha (moscas blancas, psílicos, pulgones, adélgidos, filoxeras, cochinillas, escamas) (Pérez *et al.*, 2015).

Muchos heterópteros son depredadores, contribuyen a la regulación de las poblaciones de plagas. Estos heterópteros benéficos pertenecen sobre todo a las familias Reduviidae (ej., *Coranus* sp.), Anthocoridae (ej., *Orius* sp.), Miridae (ej., *Macrolophus* sp., *Dicyphus* sp., *Nesidiocoris tenuis*), Nabidae (ej., *Nabis* sp.) y Geocoridae (ej., *Geocoris* sp.) (Goula y Mata, 2015).

2.5.2.1. Familia Anthocoridae

Dentro de esta familia encontramos al género *Orius* sp un depredador y controlador biológico. El género *Orius* es un insecto entomófago que depreda diversas plagas que atacan a los cultivos agrícolas (Figura 17), por tener un amplio rango de ataque de plagas se le conoce como depredador omnívoro, generalista, multidepredador y polífago. Las especies fitófagas que depredan las diversas especies de *Orius* a nivel mundial son las siguientes: Arañas rojas: *Tetranychus pacificus*, *T. turkestanii*, *T. urticae*. Trips; *Thrips palmi*, *Frankliniella occidentalis*, *Thrips tabaci* (Lefebvre *et al.*, 2013)



Figura 17. *Orius* sp. Depredando un Trips. Cortesía de OBA

También podemos encontrar en esta familia a la especie *Orius laevigatus* (Figura 18) como un depredador generalista comúnmente usado en la agricultura para el control de trips de las flores ya que son los transmisores del virus bronceado del tomate (TSWV). Esta chinche comprende de tres estadios (huevo, ninfa y adulto) siendo depredadora desde ninfa, el adulto se encuentra frecuentemente en las flores, cuenta con un tamaño entre 1.4 y 2.4 mm. Sus hábitos alimenticios también incluyen a mosca blanca, pulgones, larvas de lepidópteros y ácaros y polen (Amor, 2013).



Figura 18. *O. leavigatus* alimentándose de ninfas de mosca blanca. Cortesía de Jack Dykinga.

Otras de las especies de esta misma familia encontramos a *Anthocoris nemoralis* (Figura 19) común mente conocido como chinche de las flores, especie nativa de la región Paleártica y es una de las especies más extendidas geográficamente por Europa. Es utilizada en programas de control biológico mediante

estegia inundativa especialmente frente a una de las principales plagas del peral (*Cacopsylla pyri* L) este depredador tiene como características ser buenos voladores, lo que les permite desplazarse por zonas donde la densidad de la presa sea más alta y dispersarse cuando esta escasea. Cuenta con una elevada capacidad para la búsqueda de sus presas y de incrementar rápidamente sus poblaciones cuando estas son abundantes. Es depredador también de insectos de cuerpos blandos como pulgones, trips, cochinillas y psilidos (Aragón, 2017).



Figura 19. Adulto de *A. nemoralis*. Cortesía de BIOPLANET.

2.5.2.2. Familia Reduviidae

La familia Reduviidae (Figura 20), un grupo del orden Hemiptera (Insecta), con más de 6000 especies descritas, presenta principalmente especies depredadoras generalistas que se alimentan de una amplia variedad de presas como insectos y otros artrópodos terrestres. Para obtener alimento, estos insectos, conocidos comúnmente

como chinches asesinas, se posan sobre la planta a la espera de su presa, a la cual capturan con sus patas anteriores y paralizan inmediatamente insertándoles el pico. La acción depredadora de este grupo se ha registrado en más de 18 especies de insectos plaga de los órdenes Lepidoptera, Coleoptera y Hemiptera, tanto en situaciones de campo como de laboratorio (Ordaz, *et al.*, 2014).



Figura 20. Ninfa de chinche de la familia Reduviidae, género *Coranus*. Cortesía de Andra Källor.

Aunque los reduvidos son poco específicos en la selección de su presa, podrían ser de utilidad como agentes de control biológico en programas de manejo integrado de plagas y contribuir de esta manera para reducir los daños causados por especies plaga, incluyendo ácaros fitófagos como el ácaro de dos manchas *Tetranychus urticae*

plaga muy importante en hortalizas y otros cultivos de importancia económica (Ordaz, *et al.*, 2014)

La chinche *Zelus renardii* (Figura 21) que también se encuentra en esta familia, depreda sobre una amplia variedad de presas, tanto insectos fitófagos como insectos depredadores, las ninfas depredan por lo general áfidos, chicharritas y trips, mientras que los adultos se alimentan de casi cualquier artrópodo que puedan capturar. Se reporta alimentándose de pulgones *Aphis gossypii*, *Brachycaudus tragopogonis* Kaltenbach, *Macrosiphum rosae* L., *Myzus persicae* y *Therioaphis maculata*, larvas de lepidópteros y algunos dípteros (Barrera *et al.*, 2010).



Figura 21. El adulto *Z. renardii* depredando un Díptero. Cortesía de Luis Vivas.

2.5.2.3. Familia Geocoridae

Comprende especies predadoras generalistas, conocidas también como chinches “ojudas” (Figura 22) por el tamaño que presentan sus ojos compuestos. Consumen una gran variedad de presas pequeñas entre las que se citan huevos y larvas de Lepidoptera, ninfas de chinches, moscas blancas, pulgones y ácaros. Pueden consumir entre 20 30 presas pequeñas por día. Son susceptibles a los insecticidas foliares de amplio espectro, por lo que para conservarlas se aconseja usar insecticidas selectivos (Sosa, 2002).



Figura 22. Chinche Geocoridae sobre ninfas de mosquita blanca. Cortesía de [Runk/Schoenberger](#)

2.5.3. Hymenoptera

El orden Hymenoptera incluye grupos tan conocidos como las hormigas, las avispas y las abejas. Es uno de los órdenes hexapodianos considerados “hiperdiversos” con alrededor de 160.000 especies descritas, aunque quedan muchas por describir. Su importancia económica es de gran relevancia; algunos pueden considerarse “perjudiciales” ya que pueden producir plagas forestales, aunque la mayoría de las especies podrían considerarse “beneficiosas”, al intervenir de manera decisiva en aspectos relacionados con el control de plagas (parasitoides y depredadores), la polinización y la apicultura (Fernández y Pujade, 2015).

Aunque existe una gran variedad de formas y tamaños se puede afirmar que presentan un plan morfológico estructural muy homogéneo. Esta homogeneidad contrasta con una enorme variación en sus modelos comportamentales. En la cápsula cefálica se diferencian ojos compuestos normalmente bien desarrollados y aparato bucal estructuralmente masticador, aunque adaptado en algunos casos a lamer y succionar (Fernández y Pujade, 2015).

La Salle y Gauld (1993), hace referencia de la importancia del orden Hymenoptera que puede demostrar en las innumerables interacciones tróficas en los ecosistemas terrestres, particularmente las avispas de las familias Vespidae y Sphecidae (como predadoras), Aphelinidae, Scelionidae, Ichneumonidae, y Myrmecidae tienen gran relevancia en la regulación de las poblaciones de otros insectos.

2.5.3.1. Familia Vespidae

Los véspidos, son depredadores de otros artrópodos, aunque también se alimentan del néctar de las flores (Colomo et al., 2005). Salas-Ariza *et al.* (2009), consigna al espécimen *Polybia occidentalis* (Figura 23), depredador de las primeras fases ninfales de chapulines, colocándolas en el panal, para alimentar a las larvas.



Figura 23. Avispas (*Polybia occidentalis*). Cortesía de Cheryl Harleston

2.5.3.2. Familia Braconidae

Las avispas parasitoides de la familia Braconidae representan la segunda familia de mayor riqueza taxonómica del orden Hymenoptera. El último conteo de su diversidad mundial arrojó un total de 19 434 especies válidas (Yu *et al.*, 2012), aunque este número representa por lo menos una cuarta parte de su riqueza de especies (Jones *et al.*, 2009).

El tamaño de estos organismos varía desde 1 hasta 30 mm, aunque la mayoría de las especies son más bien pequeñas, generalmente midiendo menos de 10 mm (Wharton *et al.*, 1997). Los miembros de Braconidae habitan en casi todos los ecosistemas terrestres, aunque son particularmente diversos en los trópicos, siendo casi todas sus especies parasitoides.

Las hembras de avispas parasitoides, incluyendo los bracónidos, inyectan veneno a sus hospedadores para paralizarlos ya sea temporal (koinobiosis) o de forma permanente (idiobiosis). Posteriormente, éstas depositan su o sus huevos dentro (endoparasitoides) (Figura 24), a un lado o sobre el hospedador (ectoparasitoides) (Quicke, 1997).



Figura 24. (Braconidae: *Aphidius ervi*) parasitando un pulgón. Cortesía de BioBest.

2.5.3.3. Familia Aphelinidae

Los miembros de esta familia son importantes parasitoides de escamas armadas, piojos harinosos, mosquitas blancas, áfidos, psílicos y huevos de diversos insectos. Los géneros de mayor importancia incluyen a *Aphelinus*, *Aphytis*, *Encarsia* y *Eretmocerus*. *Aphytis melinus* DeBach controló la escama roja de California (*Aonidiella*

aurantii) en cítricos. La ecología de los Aphelinidae. Algunas especies como *Encarsia formosa* Gahan y *Eretmocerus eremicus* son criadas masivamente para ser usadas contra moscas blancas en cultivos en invernadero. En los que podemos encontrar a *Aphelinus abdominalis* (Figura 25) como controlador de pulgón en cultivos de hortalizas (García-González *et al.*, 2011)



Figura 25. *A. abdominalis* parasitando a un pulgón. Cortesía de KOPPERT.

2.5.3.4. Familia Trichogrammatidae

De los 83 géneros que tiene la familia Trichogrammatidae, *Trichogramma* es el más importante y ha sido ampliamente usado como agente de control biológico desde hace 100 años como parasitoides de huevos de lepidópteros. No obstante, este género fue considerado seriamente para el control de plagas, hasta que Flanders (1930) desarrolló la técnica de su reproducción masiva (García-González *et al.*, 2011)

En la actualidad, en México se conoce una rica y diversa fauna de tricogramátidos superior a la conocida en Norteamérica, debido a que en nuestro país confluyen dos regiones zoogeográficas bien representadas: la región Neártica y la región Neotropical, coincidiendo con una alta riqueza y diversidad. En nuestro país estas avispitas se liberan en 1.5 millones de hectáreas anualmente como agentes de control biológico (García-González *et al.*, 2005)

Entre los agentes de control biológico destacan los parasitoides de huevos del género *Trichogramma*, que constituyen uno de los grupos de enemigos naturales más estudiados en el mundo. Estos microhimenópteros parasitan exclusivamente huevos de lepidópteros e impiden que el insecto llegue a la fase larval y que, consecuentemente, cause daños. La especie *Trichogramma pretiosum* (Figura 26) se ha probado para el control de *Spodoptera cosmioides* dando buenos resultados (Cabezas *et al.*, 2013)



Figura 26. Adulto de *T. pretiosum* sobre huevos de lepidóptero. Cortesía de KOPPERT.

2.5.3.5. Familia Ichneumonidae

Los ichneumónidos son avispas parasitoides de otros artrópodos, principalmente de insectos holometábolos de los órdenes Lepidoptera, Coleoptera, Diptera e Hymenoptera; algunas especies atacan arañas o pseudoescorpiones. Su tamaño va desde muy pequeño hasta muy grande, entre 2 y 170 mm de longitud, considerando el ovipositor. Sus colores son variados, siendo comunes el amarillo, el negro y el pardo claro. Se encuentran en la mayoría de los hábitats terrestres, siendo más abundantes y diversos en los húmedos ya sean templados o tropicales. Prefieren

sitios sombreados en bosques, selvas y árboles frutales a los soleados de los cultivos, pastizales o matorrales (Ruíz-Cancino et al., 2012).

Bathyplectes curculionis (Hymenoptera: Ichneumonidae) (Figura 27), esta especie se encuentra presente en Norteamérica, Europa y Asia; ataca picudos (Coleoptera: Curculionidae). Ruíz-Cancino et al., (2012), reportaron que *B. curculionis* parasitó una población de larvas del picudo de la alfalfa (*Hypera brunneipennis*) en la primavera, cuando la plaga causaba más problemas en el Valle de Mexicali, Baja California.



Figura 27. Adulto de *B. curculionis*. Cortesía de Bob Carlson.

Otra especie de esta familia es *Diadegma insulare* (Figura 28) está presente en la zona Mediterránea; ataca diversas palomillas-Lepidoptera. En crucíferas del Estado de Guanajuato se registró el parasitismo natural de esta especie a partir de 1969 en *Plutella xylostella*, la palomilla dorso de diamante. El parasitoide se ha criado y liberado en diversos años en Irapuato, Guanajuato, en un campo experimental con brócoli, y se obtuvo desde el 30 % hasta más del 90 % de parasitismo (Salazar y Salas, 2008).



Figura 28. Adulto de *D. insulare* atacando a larvas de lepidóptero. Cortesía de Canola Digest.

2.5.4. Neuroptera

Los Neuroptera son insectos holometábolos, con metamorfosis completa y habitualmente tres estadios larvarios. Tanto las larvas como los adultos son habitualmente predadores, particularmente de pequeños insectos de cuerpo blando, a los que asaetan con las mandíbulas para después succionar el contenido de su cavidad corporal. En general son depredadores generalistas, aunque hay algunos grupos muy especializados –como las larvas de Sisyridae, especializadas en depredar esponjas de agua dulce, o las de Mantispidae, depredadoras de las puestas de arañas. En algunos casos los adultos se alimentan de polen (como en algunos Nemopteridae o Sisyridae) (Rivera y Melic, 2015).

Se conocen desde el final de Pérmico hace aproximadamente 250 millones de años. Próximos a los coleópteros están conformados por 6,500 especies aproximadamente representando el 0.70% de la biodiversidad de los órdenes de insectos en el mundo. Se pueden encontrar en cualquier parte a excepción de la Antártida, en México se conocen 349 especies incluidas 10 familias lo cual representa el 6% de la fauna mundial (Monserrat, 2010; Contreras y Rosas, 2014; Ribera y Melic, 2015).

En la actualidad la familia Crysopidae están siendo consideradas como biocontroladoras de primer nivel, dada su gran capacidad depredadora y su resistencia a una amplia gama de insecticidas (Contreras y Rosas, 2014).

2.5.4.1. Familia Crysopidae

Las especies de la familia Crysopidae son los insectos más abundantes del orden Neuroptera (Penny, 2002). Brooks y Barnard (1990) citaron cerca de 1200 especies y subespecies reconocidas, clasificadas en 86 géneros y subgéneros. Está considerada como una de las familias de entomófagos más importantes del orden Neuroptera, debido a que 15 géneros presentan especies con potencial como agentes de control biológico (New, 2001).

Las especies de la familia Crysopidae son insectos de tamaño mediano (6.5-35 mm de longitud de las alas), de color verde a café claro, ojos verdes o dorados y con una longitud de antenas variable. Los crisópodos son los insectos más abundantes del orden Neuroptera. La voracidad de las larvas las ha convertido en uno de los agentes

de control biológico más favorecidos en cultivos agrícolas. Las larvas de todas las especies y los adultos de algunos géneros son depredadores y se alimentan de una amplia variedad de insectos fitófagos (Valencia et al, 2006)

Las larvas (Figura 29) de todas las especies y los adultos de algunos géneros son depredadores y se alimentan de una amplia variedad de insectos fitófagos tales como áfidos (Hemiptera: Aphididae), cóccidos (Hemiptera: Coccidae), mosquitas blancas (Hemiptera: Aleyrodidae) y otros insectos de cuerpo blando que se localizan en el follaje (Salamanca *et al.*, 2010).



Figura 29 . Larva de *Chrysoperla carnea* alimentándose de un pulgón. Cortesía KOPPERT.

Diversos enemigos naturales son importantes en la regulación de poblaciones de insectos, entre los cuales se destacan las crisopas (Neuroptera: Chrysopidae) las cuales depredan de forma natural diversos tipos de presas de tegumento suave, en una gran variedad de cultivos en campo y en. Una de las especies de mayor

importancia, con distribución neotropical, es *Chrysoperla externa*. Los adultos de esta especie se caracterizan por su alta movilidad y elevada tasa reproductiva, además sus larvas son voraces y poseen gran capacidad de búsqueda (Gamboa *et al.*, 2016).

Dentro de Crysopidae en contramos a la especie *Chrysoperla externa* (Figura 30) es un importante agente de biocontrol en diversos cultivos extensivos, donde se alimenta fundamentalmente de áfidos y huevos de lepidópteros. Numerosas especies del género *Chrysoperla* están siendo utilizadas a nivel mundial para el control biológico principalmente de áfidos y moscas blancas en cultivos protegidos (Núñez, 1989).



Figura 30. *C. externa* en vista lateral. Cortesía de Fernando Gustavo Durán

2.5.4.2. Familia Hemerobiidae

Los hemeróbidos constituyen una interesante familia de neurópteros debido a su amplia distribución geográfica, al elevado número de individuos que frecuentemente

constituyen sus poblaciones y especialmente por su utilización como agentes de control de pequeños artrópodos fitófagos (Montserrat, 2004).

Las larvas de hemeróbidos son depredadoras voraces de varios artrópodos, principalmente áfidos, cóccidos, psílidos y ácaros, aunque los géneros *Hemerobius*, *Micromus* y *Symphorobius* son cosmopolitas. Siendo la especie *Symphorobius barberi* Banks (Figura 31) se describe como un agente controlador de las plagas antes ya mencionadas (Pacheco-Rueda *et al.*, 2011)



Figura 31. Adulto de *S. barberi* Banks. Cortesía de Juan M. Vanegas-Rico

2.5.5. Diptera

El orden Diptera es uno de los órdenes con mayor riqueza de especies, varias muy abundantes, están presentes en todas las áreas terrestres del planeta. Agrupa a aquellos llamados comúnmente como “moscas”, “mosquitos”, “jejenes” y “chaquistes” (Ibáñez *et al.*, 2006)

Carles y Tolrá (2015), mencionan que los dípteros que en sentido muy amplio incluyen a las “moscas” y “mosquitos”, se caracterizan, dentro de los insectos, por tener sólo un par de alas, de ahí el origen de su nombre (di = dos, ptera = ala) (Figura 32). Sin embargo, esta característica no es exclusiva de ellos, pues existen otras especies de insectos, muy pocas, que también presentan dos alas (por ejemplo, algunas efímeras y unos pocos homópteros). Además, por otro lado, también existen dípteros ápteros, es decir, sin alas.}

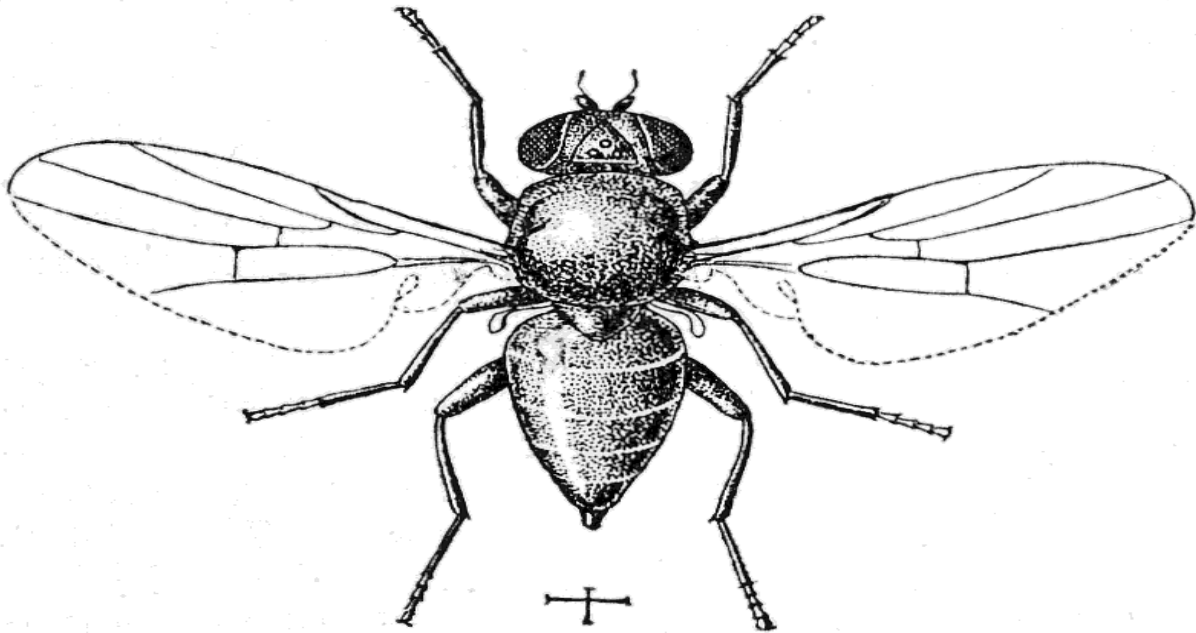


Figura 32. Díptero en vista superior mostrado su par de alas membranosas y balancines. Cortesía Neyro A.

Los dípteros son insectos holometábolos con metamorfosis completa que normalmente incluyen cuatro fases: huevo, larva, pupa y adulto. Ello significa que el aspecto que presentan como adulto es diametralmente opuesto al del aspecto larvario. Las larvas viven generalmente en hábitats claramente diferentes a los de los adultos (Carles y Tolrá, 2015).

En la actualidad hay descritas unas 125.000 especies de dípteros vivientes, agrupados en dos subórdenes, 8-10 infraórdenes, 22-32 superfamilias y al menos 130 familias. Aunque algunas otras clasificaciones elevan el número de superfamilias a 36 con 153 familias, e incluso otros autores consideran la existencia de tres subórdenes. Algunas de las familias de dípteros revisten especial interés desde un punto de vista económico por su interés agrícola, veterinario o médico (Barranco, 2003).

En el sentido agronómico, algunas tienen interés bien porque comprenden especies que constituyen plagas de los cultivos (Tipulidae, Bibionidae, Tephritidae, Anthomyzidae, Agromyzidae y ocasionalmente Sciaridae y Chloropidae), bien porque forman parte de la fauna auxiliar que controlan las especies plaga, depredadoras o parasitoides, por ejemplo Bombilidae, Cecidomyiidae, Syrphidae, Tachinidae y ocasionalmente Asilidae, estas dos últimas tratadas en la siguiente sección (Barranco, 2003).

2.6. Los dípteros en el control biológico

Los dípteros son conocidos comúnmente como moscas. Existen especies que tienen importancia económica para la agricultura ya que agrupa a numerosas especies parásitas y depredadoras de insectos plaga como pulgones, chinches y mosquitos blancas. Ejemplo de esto son algunos representantes de las familias Syrphidae, Tachinidae, Chamaemyiidae, Muscidae y Cecidomyiidae entre otros. Sin embargo, el desconocimiento de su existencia y de su importante valor en la reducción de plagas por parte de técnicos y agricultores hacen que sus poblaciones se vean afectadas por la aplicación de insecticidas poco selectivos de manera reiterativa (Salas *et al.*, 2011).

Las especies benéficas son especies saprófitas por su función como recicladoras de materia orgánica en descomposición, y especies micrófagas, micetófagas, fitófagas, zoófagas -incluyendo las especies depredadoras, parasitoides y parásitas, reguladoras de otras poblaciones de seres vivos (Ibáñez *et al.*, 2006).

2.6.1. Familias con hábitos predadores

Los insectos predadores son aquellos que al nacer tienen capacidad para caminar o desplazarse en busca de su presa, de la que se alimentan. De manera general, las hembras de los predadores depositan sus huevos cerca de las posibles presas para que al eclosionar se alimenten de éstas (Nájera y Brigada, 2010; Llorens, 2015).

Loyola y Pezo (2018), hacen mención que las familias de Diptera como Asilidae, Empidae, Dolichopodidae, Scathophagidae, Muscidae, Cecidomyiidae y Syrphidae tienen como hábito la depredación de ciertos insectos.

Típicamente el insecto predador es más grande que los organismos que consume, a los cuales se les denomina presas. El predador requiere matar y consumir varias presas durante todo su ciclo de vida (Gutiérrez-Ramírez *et al.*, 2013).

2.6.1.1. Syrphidae

Se citan al menos 6.000 especies de Syrphidae. Los sírfidos (Figura 33) son conocidos vulgarmente como “moscas abeja”, por la similitud de algunas especies con estos himenópteros. Los adultos de esta familia frecuentemente se observan sobre flores alimentándose de polen, caracterizándose por mantenerse suspendidas en vuelo mientras visitan flores. Sin embargo, sus larvas se desarrollan en los más variados sustratos, es así como existen especies cuyas larvas se desarrollan alimentándose de excretas humanas dentro de pozos negros o letrinas, en heces animales, aguas contaminadas y de insectos considerados plagas agrícolas, como son los áfidos o pulgones (Salas *et al.*, 2011).



Figura 33. Típico Syrphidae posando sobre una planta. Cortesía de Ivan González González

Muchos sírfidos son imitadores de himenópteros de aguijón (avispas y otros). Se distinguen fácilmente de las otras moscas por poseer una muy particular combinación de características en la venación de las alas. Las moscas de las flores, como su nombre indica, usan aquellas como sitios de apareamiento y fuentes de néctar y polen (Barranco, 2003)

2.6.1.2. Bombyliidae

Los Bombyliidae o bombílidos (Figura 34) se encuentran en todo el mundo, especialmente en áreas secas o desérticas. Muestran una variedad extrema de formas y tamaños, desde 1mm hasta más de 50 mm de envergadura. Muchas especies

tropicales son de colores oscuros con un cuerpo finamente peludo, dándoles la apariencia de abejas. Algunas especies del género *Systropus* son excelentes imitadores de avispas. (Barranco, 2003).



Figura 33. Adulto típico de Bombyliidae. Cortesía de Salvador Vitanza

Los adultos se encuentran comúnmente entre las flores alimentándose de néctar y polen o se posan al sol sobre rocas descubiertas, ramas y senderos. Las larvas se localizan raramente, pero todas ellas se conocen como parasitoides o

depredadoras de una gran variedad de órdenes de insectos, desde ortópteros hasta himenópteros (Barranco, 2003).

2.6.1.3. Familia Asilidae

Los asílidos (Asilidae) son una familia de dípteros de costumbres exclusivamente predadoras. Se reconocen fácilmente por su aspecto alargado y por presentar una probóscide muy especial; esta nunca es muy larga, siempre rígida y córnea, móvil en un plano vertical, dirigida normalmente hacia delante (raramente hacia atrás, oblicua u horizontal) y que está adaptada para perforar la quitina de las presas, a las que caza inyecta un fluido salivar que las mata o paraliza inmediatamente y disuelve los tejidos blandos, que luego absorbe. El tamaño de los asílidos varía desde los 4-5 mm hasta los 6 cm y son morfológicamente muy diversos (Álvarez y van den Broek, 2019).

Los Asílidos, llamados vulgarmente moscas ladronas o moscas asesinas, son una familia de dípteros caracterizada por su hábito exclusivamente depredador. Son moscas robustas de tamaño pequeño a grande, pilosas, algunas coloridas (imitando abejas) (Figura 35), que cazan al acecho aguardando en ramas a sus víctimas. Su excelente vista y patas fuertes, unidos a un apetito voraz, incluso en sus estados inmaduros, les convierten en un grupo muy bien definido dentro del orden Diptera, con importancia económica al contribuir a mantener el equilibrio natural de las poblaciones de otros insectos, incluyendo los que afectan cultivos. Se han descrito unas 7000 especies de Asilidae, en aproximadamente 400 géneros. Se encuentran en las zonas

templadas y tropicales de todos los continentes excepto la Antártida ((Devia-Uribe *et. al.* 2012)

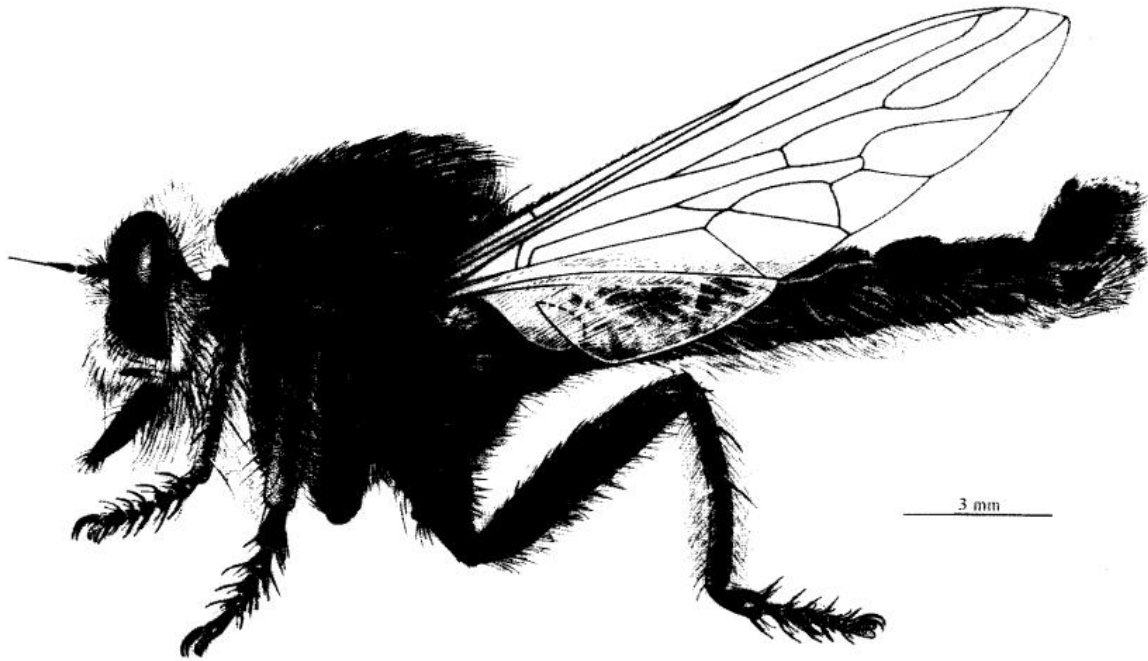


Figura 34. Vista lateral de un típico Asilidae. Cortesía de (Artigas, 1999).

Su excelente vista y patas fuertes, unidos a un apetito voraz, incluso en sus estados inmaduros, les convierten en un grupo muy bien definido dentro del orden Diptera, con importancia económica al contribuir a mantener el equilibrio natural de las poblaciones de otros insectos, incluyendo los que afectan cultivos (Hull, 1962).

Sus **huevo** con forma subsférica a ovalado largo, más de tres veces largo que ancho en la mayoría de las especies semiovaladas,, longitud 0,29-2,2 mm; ancho 0.25-0.72 mm. Corion liso, sin ornamentaciones en la mayoría de los géneros. Color generalmente blanco cremoso, que varía a naranja, ámbar o marrón (Artigas, 1999).

La **larva** de forma alargada, subcilíndrica a algo aplanada dorsoventralmente, a menudo estrechándose en cada extremo. Color blanco a amarillento. Cuatro instares. La cabeza mucho más estrecha que el protórax. Nueve segmentos abdominales aparentemente presente. Sistema respiratorio funcionalmente anfipreno, aunque los espiráculos vestigiales están presentes en los primeros siete segmentos abdominales (Artigas, 1999).

En esta familia podemos encontrar a los adultos de *Nevadasilus* se distinguen de otros géneros de Asilidae por presentar las siguientes características: vértex muy angosto, frente corta, angosta con cerdas fuertes dispuestas hacia abajo; tubérculo ocelar poco prominente, con varias sedas cortas; faz y frente con denso tomento de color plateado blancuzco; místax compuesto por abundantes cerdas fuertes, alargadas en la parte baja, ocupando toda la giba facial. Collar con densa, larga y fina pubescencia, además de algunas cerdas en la porción central. Pleura un tanto desnuda, algunas sedas más o menos largas sobre las coxas medias y posteriores, bajo la inserción alar. Coxas anteriores con abundantes sedas blancas largas; fémures posteriores alargados, con algunas cerdas en el área ventral y dos cerdas curvas dorsoapicales. El abdomen presenta sedas largas y cerdas en los márgenes laterales de los terguitos, la terminalia del macho presenta los epandrios anchos, con una pequeña incisión apical (Estrada, 2015).

Estrada (2015) *menciona que Nevadasilus blantoni* (Figura 36) una especie de Asilidae con potencial en el control de diversos insectos esta descrito para la región de Coahuila y Zacatecas.



Figura 35. Vista lateral del macho *N. blantoni* (Bromley, 1951).

Álvarez y van den Broek (2019), también describe especies con potencia en el control biológico, estos generalmente son depredadores en áreas naturales dado que no se utilizan en la agricultura como manejo integrado de plagas los especímenes son: *Antipalus varipes* (Figura 37) con hábito depredador de himenópteros.



Figura 36. Adulto de *A. varipes* alimentándose de un himenóptero. Cortesía de Diptera.info

Asilus crabroniformis (Figura 38) esta especie tiene la capacidad para depredar a coleópteros, huevos y adultos de lepidópteros.



Figura 37. Adulto de *A. crabroniformis* alimentándose de pupas de lepidópteros. Cortesía de Francisco Rodríguez

Aneomochtherus lepidus (Figura 39) depreda insectos que se posan en el follaje de las plantas principalmente a himenópteros polinizadores y a chinches



Figura 38. Adulto de *A. lepidus* depredando a un himenóptero polinizador. Cortesía de Valter Jacinto

Antiphrisson trifarius (Figura 40) este con hábitos más voraces puede depredar a insectos como mariposas, polillas, escarabajos, avispa, abejas, arañas hasta dípteros de otros géneros.



Figura 39. Adulto de *A. trifarius* alimentándose de un díptero: Asilidae. Cortesía de Diptera.info

2.6.2. Familias con hábitos parasitoides

Los insectos parasitoides son los enemigos naturales más utilizados en el control biológico aplicado y juegan un papel fundamental en el control biológico natural (Bernal, 2007).

El uso preferencial de parasitoides sobre depredadores se debe a un mayor nivel de especialización en los primeros; es decir, mientras los insectos depredadores

típicamente se alimentan de muchas especies, los parasitoides sólo son capaces de consumir uno o pocos huéspedes (Bernal, 2007).

Los minadores de hojas conforman el gremio de fitófagos con el mayor número de especies parasitoides por especie hospedadora y el que tiene las más elevadas tasas promedio de parasitismo (Salvo y Valladares, 2007).

Los parasitoides que atacan huevecillos se les llaman parasitoides de huevos, las especies que atacan larvas son parasitoides larvales y así sucesivamente (Van Driesche y Hoddle, 2008).

2.6.2.1. Sarcophagidae

Los sarcófágidos (Figura 41) o moscas de la carne son muy similares a algunos califóridos, pero son generalmente negruzcos con rayas grises en el tórax (nunca metálicas). Los adultos son insectos comunes y se alimentan de varios materiales que contienen azúcar tales como el néctar, savia, jugos de fruta y miel. Las larvas varían considerablemente en hábitos, pero casi todas se alimentan de algún tipo de material animal (Triplehorn y Johnson, 2005).



Figura 40. Vista lateral de un adulto típico de Sarcophagidae. Cortesía de Muhammad Mahdi Karim.

2.6.2.2. Familia Tachinidae

La familia Tachinidae (Figura 42) que se consideran como las moscas parasitoides más importantes, atacan a una amplia variedad de especies en los Órdenes Coleoptera, Orthoptera, Hemiptera, y Lepidoptera (Gutiérrez-Ramírez *et al.*, 2015).



Figura 41. Vista lateral de un Tachinidae. Cortesía de Rafael Estevez.

Los taquíidos adultos varían en tamaño desde los 2 a los 20 mm de longitud. A pesar de que casi todos son de forma similar a la mosca común, unos pocos son delgados y con forma de avispa y los miembros del género *Trichopoda* asemejan abejas meliponinas. Se encuentran en todos los hábitats y a cualquier cota; casi todos son activos sólo en las horas soleadas del día, pero unos pocos son de hábitos crepusculares o nocturnos. Generalmente son muy activos y rápidos, no permanecen en reposo por más de unos pocos segundos, y por lo tanto son difíciles de coleccionar (Barranco, 2003).

Carles y Tolrá (2015), hace mención que las larvas de todos los Tachinidae cuyos hábitos se conocen son parasitoides internos de otros insectos (además de

algunas arañas y ciempiés). Al comienzo de su desarrollo son verdaderos parásitos, consumiendo los cuerpos grasos sin producir daños serios a su hospedante. Sólo en el último estadio, las larvas destruyen a su hospedador, a pesar de que hay unas pocas especies.

En la familia Tachinidae encontramos a *Myopharus doryphorae*, parasitoide de la larva del escarabajo de la papa. La mosca adulta inyecta larvas dentro del cuerpo de las larvas del escarabajo. El parasitismo de la mosca típicamente no se forma hasta más tarde en la temporada y la segunda generación de los escarabajos usualmente sufre más altos niveles de parasitismo que la primera generación (Tamaki *et al.*, 1983).

También se menciona que en Norte América han reportado a *Ptilodexia Brauer* & *Bergensstamm* (Figura 43) y *Microphthalma sp* (Figura 44) como parasitoides de larvas de Scarabaeidae, incluyendo Phyllophaga; igualmente, las especies del género *Eutrixia Coquillett* se señalan como parasitoides de adultos de Scarabaeidae, especialmente Phyllophaga (Ramírez-Salinas *et al.*, 2005).



Figura 42. Adulto de *Ptilodexia* Brauer & Bergenstamm. Cortesía de Salvador Vitanza.



Figura 43. Vista lateral de *Microphthalma*. Cortesía de Nikolai Vladimirov.

Las especies del género *Eucelatoria* han sido descritas como parasitoides de varias familias de Lepidoptera, tales como Noctuidae, Pyralidae, Geometridae y Olethreutidae. Encontramos la especie *Eucelatoria parkeri* (Figura 45) (Díptera: Tachinidae: Goniinae) que se describe como un parasitoide de las familias de lepidópteros ya antes mencionados (Olivares-Donoso *et al.*, 2000).



Figura 44. Vista lateral del adulto *Eucelatoria* sp. Cortesía de Chrisraper.org

La subfamilia Phasiinae exhibe la menor riqueza específica y la mayor variabilidad morfológica. Es considerada una de las más primitivas por sus hábitos de ataque: depositar huevos macrotípicos no embrionados sobre o dentro del huésped. Se han especializado en parasitar a los Heteroptera como mayoritariamente a Pentatomidae, Coreidae y Lygaeidae (Gerardo y Avalos, 2015)

Las especies de Phasiinae se caracterizan por ser parasitoides koinobiontes, solitarios, generalmente sinovigénicos. La larva I (L1) penetra en el huésped y una vez

completado el desarrollo larval lo abandona y se entierra para pupar (Gerardo y Ávalos, 2015)

Otros de los agentes con potencial parasítico que se ha registrado es la especie *Trichopoda pennipes* (Fabricius) (Figura 46) parasitando a *Piezodorus guildinii*, y los parasitoides adultos emergidos resultaron de una dimensión menor a la habitual, probablemente debido al pequeño tamaño del huésped (Gerardo y Ávalos, 2015)

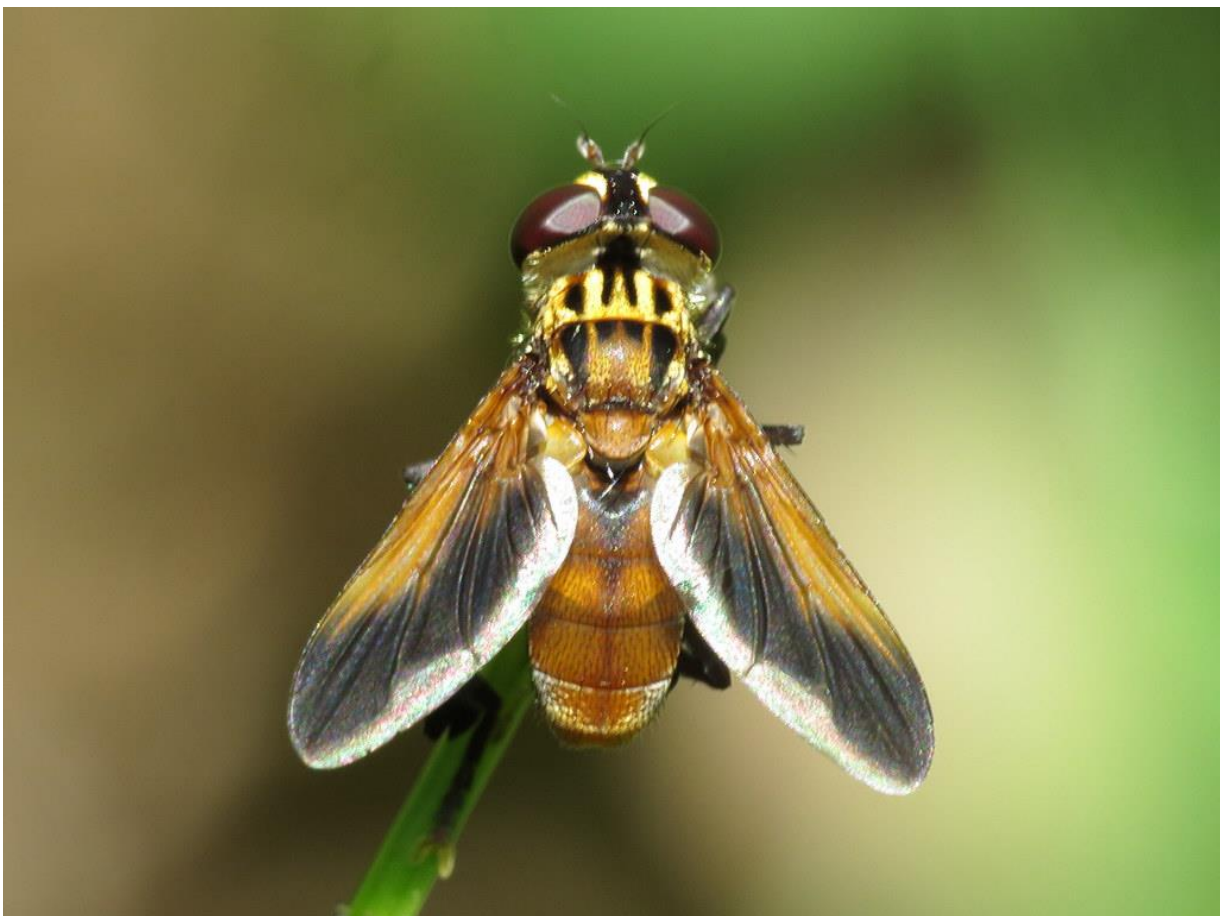


Figura 45. Vista superior de *T. pennipes*. Cortesía de Simon Oliver

Estudios realizados mencionan que *Trigonospila* sp. (Figura 47) es un parasitoide que en su totalidad ataca una amplia diversidad de hospederos,

especialmente larvas de lepidópteros, larvas y adultos de coleópteros, ninfas y adultos de ortópteros. En este caso se le ha visto un buen potencial de control sobre adultos del picudo de los cítricos *Compsus viridilineatus*.



Figura 46. Adulto de *Trigonospila* sp. Cortesía de Mostly.Nature.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conforme al objetivo principal, éste se cumple con éxito al presentar en este trabajo distintos órdenes, familias, géneros y especies de insectos con potencial para ser considerados en programas de control biológico.

El presente trabajo resalta que Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Neuroptera y Diptera son los principales órdenes que cuentan con individuos aptos para el control biológico de insectos plaga y maleza.

Dentro del el orden Coleoptera resaltan las familias Coccinellidae, Carabidae y Curculionidae. En la familia Coccinellidae destacan escarabajos depredadores importantes como *Cycloneda sanguinea*, *Criptolaemus montrozieri* y *Olla v-nigrum* como los más voraces y que realizan un excelente control sobre sus presas.

En los carábidos se puede encontrar a la especie *Calosoma sycophanta*, que se describe como un insecto con hábitos de depredación sobre huevos y larvas de lepidópteros.

En la familia Curculionidae, se encuentran especies con potencial sobre el control de malezas, ejemplo de ello es *Rhinocyllus conicus*, que se alimenta efectivamente sobre el cardo nudoso. La especie *Microlarinus lypriformis* (Coleoptera: Curculionidae) también presenta efectividad en el control de maleza desde su estado larval. Esta especie se alimenta principalmente de tallos, fue reportada atacando *Tribulus terrestris*, maleza presente en México. Dentro de los curculiónidos se encontró a la especie *Neochetina bruchi*, que puede llegar a controlar al jacinto acuático, maleza importante en los canales de agua dulce.

Dentro del orden Hemiptera se describen a las familias Anthocoridae, Reduviidae y Geocoridae, las cuales tienen la capacidad de controlar diversas plagas importantes en cultivos agrícolas. En la familia Anthocoridae destacan *Orius insidiosus*, *Orius leavigatus* y *Anthocoris nemoralis*. Estas especies son depredadoras de insectos de cuerpo blando como los trips, mosca blanca, pulgones y ácaros, siendo estos últimos sus presas favoritas.

En la familia Reduviidae se presenta al género *Coranus* que presenta un amplio control sobre insectos fitófagos, atacándolos con su aparato bucal y paralizándolos para posteriormente ser succionados. La especie *Zelus renardii* (Hemiptera: Reduviidae) se alimenta de pulgones y larvas de lepidópteros, algunos dípteros, chicharritas y trips, desde su estado de ninfa hasta el adulto.

Dentro del orden Hymenoptera se mencionan las familias Vespidae, Braconidae, Aphelinidae, Trichogrammatidae e Ichneumonidae que presentan especímenes con alta capacidad para controlar poblaciones de insectos plaga. Dentro de Vespidae resalta la especie *Polybia occidentalis* que puede depredar a ninfas de chapulines llevándolas a su panal para que se alimenten sus larvas.

El espécimen *Aphidius ervi* de la familia Braconidae se describe como el agente para el control de pulgones en diferentes cultivos en agricultura protegida. *Aphelinus abdominalis* tiene la capacidad de depredar con éxito ninfas de mosca blanca y pulgones.

Dentro de la familia Trichogrammatidae se localiza la especie *Trichogramma pretiosum* ésta con potencial para la parasitación de huevos de lepidópteros en general.

En Ichneumonidae se presenta la especie *Bathyplectes curculionis*. Ésta especie tiene un control parasitoide sobre larvas del picudo de la alfalfa (*Hypera brunneipennis*). Otra de las especies con las que cuenta esta familia es *Diadegma insulare* esta especie descrita con la capacidad de parasitar palomillas de lepidópteros como la palomilla dorso de diamante.

En el orden Neuroptera se ubican las familias Crysopidae y Hemerobiidae. Las especies *Chrysoperla carnea* y *C. externa* son excelentes en la depredación de pulgones, coccidos, mosquitas blancas, huevos de lepidópteros y otros insectos que se encuentran en el follaje.

En Hemerobiidae se sitúa la especie *Symphorobius barberi* Banks, un depredador principalmente de eáfidos, cóccidos, psílicos y ácaros. Siendo los psílicos sus presas favoritas y con la que tiene un mayor y exitoso control.

En el orden Diptera destacan las familias Asilidae y Tachinidae. En Asilidae, la especie *Nevadasilus blantoni*, presenta una actividad depredadora sobre diversos insectos como larvas de lepidópteros, chinches y algunos coleópteros.

Otros de los géneros que cuentan depredación sobre insectos en la fauna silvestre son las especies *Antipalus varipes*, *Asilus crabroniformis*, *Aneomochtherus lepidus* y *Antiphrisson trifarius*

En Tachinidae destacan las especies *Myopharus doryphorae*, parasitoide del escarabajo de la papa, *Ptilodexia* spp. Brauer & Bergenstamm y *Microphthalma* spp. que parasitan larvas de coleópteros de las familias Scarabaeidae y Phyllophaga. La especie *Eucelatoria parkeri* (Diptera: Tachinidae) parasita a familias de Lepidoptera, Noctuidae, Pyralidae, Geometridae y Olethreutidae. También se presenta la especie *Trichopoda pennipes* (Diptera: Tachinidae) un parasitoide del insecto *Piezodorus guildinii* una chinche de la familia Pentatomidae.

5. LITERATURA CITADA

- Alonso-Zarazaga, M.A. 2015. Clase Insecta: Orden Coleoptera. Revista IDE@ - SEA, nº 55. ISSN 2386-7183. Depto. de Biodiversidad y Biología Evolutiva Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC) José Gutiérrez Abascal, 2; 28006 Madrid. España. 1-6 pp.
- Álvarez, F. P. & van de Broek R. 2019. Checklist de Fauna Ibérica. Familia Asilidae (Arthropoda: Insecta: Diptera) en la península ibérica e islas Baleares. Documentos Fauna Ibérica. Edición electrónica. ISSN: 2445-4133.
- Amor, P. F. 2013. Compatibilidad de *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae) y *Nesidiocoris tenuis* (Reuter) (Hemiptera: Miridae), depredadores importantes en cultivos hortícolas protegidos, con nuevas barreras físicas selectivas y modernos plaguicidas. Tesis Doctoral. Madrid. 237 pp.
- Aragón, S. M. 2017. Evaluación y manejo de *Orius laevigatus*, *Anthocoris nemoralis* (Hemiptera: Anthocoridae), *Nesidiocoris tenuis* y *Macrolophus pygmaeus* (Hemiptera: Miridae) como agentes de control biológico de *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). Tesis de Grado Doctoral. España. 151 pp.
- Badii, M. H. y J. L. Abreu. 2006. Control Biológico Una Forma Sustentable De Control De Plagas. Daena: International Journal of Good Conscience. 1(1).pp 82-89.
- Bahena, J. F. 2008. Enemigos Naturales de las Plagas Agrícolas Del maíz y otros cultivos.
- Baier, A. Dufour, R. Guarena, M. and Van Epen, K. 2004. Organic Integrated pest Management for some Agricultural Pests (en línea). Consultado 29/01/19. Disponible en <http://attra.ncat.org/attra-pub/PDF/IPM/credits.pdf>
- Bar, M. E. 2010. Orden Coleoptera. Biología de los Artrópodos. ARGENTINA. PP 1-10.

- Barranco, V. P. 2003. Dípteros de Interés Agronómico. Agromicidas plaga de cultivos hortícolas intensivos. Dpto. Biología Aplicada 33, (2003): 293 – 307.
- Barrera, J. F. Gómez-Ruiz J. y Herrera-Muñoz J. 2010. Biología y Método de Cría de *Zelus renardii* (Hemiptera: Reduviidae), Enemigo Natural de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). [En línea] http://www2.tap-ecosur.edu.mx/mip/Publicaciones/pdf/Biologia_cria_Zelus.pdf [10/11/2019].
- Bernal, J.S. 2007. Biología, Ecología Y Etología De Parasitoides. En: Rodríguez-del-Bosque L.A. y Arredondo-Bernal H.C. (eds.), Teoría y Aplicación del Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México. 62- 69pp.
- Bojórquez, B. G. y Aguilar Z. J. A. 2008. Control Biológico De Maleza Acuática. [En línea] <file:///D:/NUEVAS%20FUENTES/Coleoptera/Bojórquez%20y%20Aguilar,%202008.pdf>. [Fecha de consulta 04/11/2019].
- Briceño, V. A. J. y H. R. F. 2008. Insectos Del orden Hemiptera-Homoptera De Importancia Forestal en Venezuela. Revista Forestal Venezolana 52(2): 177-187.
- Bromley, S.W. 1951. Asilid notes (Diptera) with descriptions of thirty two new species. American Museum Novitates, 1532: 1-36.
- Brooks, S.J. and P.C. Barnard. 1990. The green lacewings of the world: a generic review (Neuroptera: Chrysopidae). Bulletin of the British Museum Natural History (Entomology) 59:117-286
- Carles, M. y Tolrá, H.A., 2015. Clase Insecta orden Diptera Manual. Ibero, diversidad entomológica. Barcelona España. Revista entomológica. 63, 6-15.
- Colomo, M.V. y C. D. B. 2005. Los ejemplares tipo Masarinae y Polistinae (Hymenoptera: Vespidae) Depositados en la Colección del Instituto Fundación Miguel Lillo (IFML), Argentina. Rev. Soc. Entomol. Argent. 64(1-2): 71-84.

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2011. La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 440 páginas.
- Contreras-Ramos A. y Rosas M.V. 2014. Biodiversidad de Neuróptera en México. Revista Mexicana de Biodiversidad. Universidad Nacional Autónoma de México, y Universidad del Estado de Morelos. México. 1-3pp.
- Coombs, E.M., J.K. Clark, G.L. Piper y A.F. Cofrancesco, Jr. 2004. Control biológico de malezas nocivas en los Estados Unidos. Sociedad Occidental de Ciencia de Malezas, Oregon State Univ. Prensa, Corvallis.
- De Liñán, V. Carlos (Coordinador). 1998. Entomología Agroforestal. Ediciones Agrotécnicas S.L. Madrid. 1039 p.
- Delgado, C. Couturier G. 2004. Manejo de insectos plagas en la Amazonia: Su aplicación en el camu camu. Programa de Investigación para el Aprovechamiento Sostenible de la Biodiversidad. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Avenida Abelardo Quiñónez, Iquitos – Perú. 9, 22, 27 pp.
- Devia-Uribe, N. 2012. Familia Asilidae, las moscas asesinas. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. (4-1). Pp. 13.
- Estrada, A. 2015. Primer registro para México de *Nevadasilus blantoni* (Bromley, 1951) (Diptera: Asilidae). Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa (S.E.A.), 56: 318.
- Funichello, M. Costa L. L. Aguirre G. O. Jeremias, & Busoli A. C. 2012. Aspectos biológicos de *Cycloneda sanguinea* (Coleoptera: Coccinellidae) alimentadas con pulgones criados en algodón transgénico Bollgard [®]. *Revista Colombiana de Entomología*, 38(1), 156-161. Retrieved December 10, 2019, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882012000100027&lng=en&tlng=es.

- Gamboa, S. Souza B. y Morales R. 2016. Actividad depredadora de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) sobre *Macrosiphum euphorbiae* (Hemiptera: Aphididae) en cultivo de Rosa sp. Revista Colombiana de Entomología , 42 (1), 54-58. Consultado el 10 de diciembre de 2019, en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882016000100010&lng=en&tlng=.
- García-González, F. González-Hernández Al. & España-Luna, M. P. 2005. Especies de Trichogramma Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Presentes En Centros Reproductores De México. *Acta zoológica mexicana*, 21(3), 125-135. Recuperado en 10 de diciembre de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372005000300006&lng=es&tlng=es.
- García-González, F. Mercado-Hernández R. González-Hernández A. & Ramírez-Delgado M. 2011. Especies nativas de Trichogramma (Hymenoptera: trichogrammatidae) colectadas en Cultivos Agrícolas del Norte de México. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(spe), 173-181. <https://dx.doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.09.070>
- Gerardo, G. L. & Avalos D. S. 2015. Nuevas asociaciones entre Phasiinae (Diptera: Tachinidae) y Pentatomidae (Hemiptera: Heteroptera) fitófagos en la pampa ondulada (Argentina) y descripción del macho de *Dallasimyia bosqi* Blanchard). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 74, (3-4): 145-152.
- Goula, M. y Mata L. 2015. Orden Hemiptera Suborden Heteroptera. *Revista IDEA-SEA*, N°53. Departamento de Biología Animal, Universidad de Barcelona. 1, 2, 7, 13-15pp.
- Gullan, P.J. y Cranston P.S. 2010. *The Insects an Outline of Entomology*. Fourth edition. Wiley-Blackwell a John Wiley ans Sons, Ltd, Publication. www.wiley.com/go/gullan/insects. 2-15, 340-345, 349pp.

- Gutiérrez-Ramírez, A. Robles A. Cambero-Campos J. & Santillán-Ortega, C. Ortíz-Catón, M. Coronado-Blanco, J. y Campos, M. (2015). Parasitoides de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) Encontrados en Nayarit, México. *Southwestern Entomologist*. 40. 555-564. 10.3958/059.040.0314.
- Hull, FM. 1962: Robber flies of the world. *Bulletin of the United States National Museum*. 224(1&2): 1-907
- Ibáñez B. S. Hernández Ortiz V. y L. Miranda Martín del Campo, 2006. Catálogo de autoridad taxonómica orden Diptera (Insecta) en México. Parte 1. Suborden Nematocera. Instituto de Ecología A.C. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CS004. México. 1-5 pp.
- Jones, O. R. A. Purvis. E. Baumgart y D. L. J. Quicke. 2009. Using taxonomic revision data to estimate the geographic and taxonomic distribution of undescribed species richness in the Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea). *Insect Conservation and Diversity* 2:204-212.
- Kok, LT y Surles, WW 1975. Biocontrol exitoso de cardo almizclero por un gorgojo introducido, *Rhinocyllus conicus*. *Reinar. Entomol.* 4: 1025-1027.
- La Salle, J. Gauld I. D. 1993. *Hymenoptera and Biodiversity*. C-A-B International
- Lefebvre, M.G. Reguilón, C. Kirschbaum, D.S. 2013. Evaluación del efecto de la liberación de *Orius insidiosus* (Hemiptera: anthocoridae), como Agente de Control Biológico de trips en el Cultivo de Frutilla. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 39(3):273-280. [fecha de Consulta 10 de Diciembre de 2019]. ISSN: 0325-8718. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=864/86429347011>
- Loyola, G. N. A. y Pezo Y. K. V. 2018. Diversidad de insectos polinizadores y su respuesta a recursos florales, temperatura, humedad, precipitación y viento en

un matorral andino del Ecuador. Universidad del Azuay Facultad de Ciencia y Tecnología Escuela de Biología, Ecología y Gestión.

Montserrat, V.J. 2010. Los Neurópteros (Insecta: Neuróptera) en el Arte. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa, nº 46. Departamento de Zoología y Antropología Física. Facultad de Biología. Universidad Complutense, 28040 Madrid (España). 635-638p.

Morales, J. (2006). Respuesta funcional de *Cyclonea sanguínea* al áfido negro de las cítricas. BIOAGRO, 1991.

Moreno, A. J. M. Zayas V. M. A. 2005. Preferencia alimentaria de *Cycloneda sanguínea* L. (Coleoptera: Coccinellidae) a diferentes especies plagas. Revista Agrotecnia de Cuba. 6 pp.

Muñoz-Solart, D. M. & Ante L. A. 2017. Estandarización de un protocolo in vitro para el control biológico de *Eichhornia crassipes* con *neochetina* (Coleoptera: Curculionidae). Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial 1, (40-48)

Nájera, R. M, Brígida S. 2010. Insectos benéficos: Guía para su identificación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 73 pp.

New, T.R. 2001. Introduction to the systematics and distribution of Coniopterygidae, Hemerobiidae, and Chrysopidae used in pest management. p. 6-28. In P. McEwen, T.R. New, and A.E. Whittington (eds.) Lacewings in the Crop Environment. Cambridge University, Cambridge, England

Nicholls, E. C.I. 2008. Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Ciencia y Tecnología, Editorial Universidad de Antioquía. Medellín, Colombia. 278 pp.

Núñez, E. 1989. Ciclo biológico y crianza de *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae). Rev. peru. Ent. 31: 76-82.

Olivares-Donoso R. Fuentes-Contreras E. & Niemeyer H. M. 2000. Identificación de parasitoides de *Chelymorpha varians* Blanchard (Coleoptera: Chrysomelidae:

- Cassidinae) en una localidad de Chile central. *Revista Chilena de Entomología* 27:65-69.
- Ordaz-Silva, S., Chacón-Hernández J. C., Hernández-Juárez A. Cepeda-Siller, M. Gallegos-Morales G. & Landeros-Flores J. 2014. Depredación de *Pselliopus latispina* (Hemiptera: Reduviidae) sobre *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Acta zoológica mexicana*, 30(3), 500-507. Recuperado en 03 de diciembre de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372014000300004&lng=es&tlng=es.
- Pacheco-Rueda, I. Lomelí-Flores J. Rodríguez-Leyva E. Ramírez-Delgado M. 2011. Ciclo de vida y parámetros poblacionales de *Sympherobius barberi* Banks (Neuroptera: Hemerobiidae) criado con *Dactylopius opuntiae* Cockerell (Hemiptera: Dactylopiidae). *Acta zoológica mexicana*, 27(2), 325-340. Recuperado en 10 de diciembre de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372011000200008&lng=es&tlng=es.
- Penny, N.D. 2002. A guide to the lacewings (Neuroptera) of Costa Rica. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 53(12):161-457.
- Pérez-Hidalgo N., Mier-Durante M.P. Umaran A. 2015. Manual. Clase Insecta, Orden Hemiptera: Subórdenes Cicadomorpha, Fulgoromorpha y Sternorrhyncha. *Revista IDE@ - SEA*, nº 54. ISSN 2386-7183. 1 Dpto. Biodiversidad y Gestión Ambiental, Universidad de León, León (España). 1, 11 pp.
- Provisor-Bermudez Y. & López-Martínez V. 2016. Primer registro de *Hippodamia convergens* y *Cycloneda sanguinea* (Coleoptera: Coccinellidae), como depredadores de *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae), en sorgo, en Morelos, México. *Acta Agrícola y Pecuaria* 2, (2): 51-53.
- Quicke, D. L. J. 1997. *Parasitic wasps*. Chapman and Hill, London, 470 p.

- Ramírez-Salinas, C. Pacheco-Flores C. y Castro-Ramírez A. 2006. *Cryptomeigenia* sp. (Diptera: Tachinidae) como parasitoide de adultos de *Phyllophaga* (*Phytalus*) *rufotestacea* (Moser, 1918) (Coleoptera: Melolonthidae) en Chiapas, México. *Acta zoológica mexicana*, 22(1), 1-8. Recuperado en 10 de diciembre de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372006000100001&lng=es&tlng=es.
- Rivero, A. A. 2006. Estudios De Diversidad De Insectos En La Región Jibacoa Hanabanilla. Macizo Guamuhaya. Centro De Estudios y Servicios Ambientales (CESAM). Centro Agrícola, N°2: 49-56.
- Ruíz-Cancino, E. Coronado-Blanco J. M. 2012. Ichneumonidae (Hymenoptera) en el control natural y biológico de insectos en México. [En línea] file:///D:/NUEVAS%20FUENTES/Hymenoptera/Ruiz-Cancino%20et%20al.,%202012.pdf [04/11/19].
- Salamanca, B.J. Varón D. E. H. y Santos A. Ó. 2010. Cría y evaluación de la capacidad de depredación de *Chrysoperla externa* sobre *Neohydatothrips signifer*, trips plaga del cultivo de maracuyá. *Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu.* 11(1), 31-40
- Salas-Araiza, M. D. & Salazar-Solís, E. 2003. Importancia del uso adecuado de agentes de control biológico. *Red acta universitaria*. Guanajuato, México.
- Salazar S. E. y J. D. Salas A. 2008. Palomilla dorso de diamante, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae), pp. 155-165. En: H.C. Arredondo B. T L.A. Rodríguez del B. (Eds.). *Casos de control biológico en México*. Mundiprensa. 423 pp
- Salvo, A. y Valladares, R.G. 2007. Parasitoides de minadores de hojas y manejo de plagas. *Cien. Inv. Agr.* 34(3). Centro de Investigaciones Entomológicas de Córdoba, Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina. 168-176 pp.

- Samways, M. J. 1990. Control Biológico de plagas y malas hierbas. Breviarios de Biologican n° 14. Barcelona. Oikos- Tau 84 pp.
- Sosa, M. A. 2002. La chinche de la alfalfa en los cultivos de soja del norte santafesino. INTA, Centro Reg. Santa Fe, Reconquista. Información para Extensión N°69
- Tamaki, G., R. L. Chauvin and A. K. Burditt, Jr. 1983. Field evaluation of *Doryphorophaga doryphorae* (Diptera: Tachinidae), a parasite, and its host the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environ. Entomol.* 12: 386-389.
- Triplehorn. C.A. y N.F. Johnson. 2005. Borror and Delong's Introduction to the study of insects. 7th edition. Thomson Learning Inc. United States of America . 864 p.
- Valencia, L. Romero L. A., J. Valdez. Carrillo. J. L, & López, V. 2006. Taxonomía y registros de Chrysopidae (Insecta: Neuroptera) en el estado de Morelos, México. *Acta zoológica mexicana*, 22(1), 17-61. Recuperado en 09 de diciembre de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372006000100003&lng=es&tlng=es.
- Van Driesche, R.G., Hoddle M.S., Center T. D. 2008. Control de Plagas y Malezas por Enemigos Naturales. Forest Health Technology Enterprise Team (FHTET), US Department of Agriculture, US Forest Service. University of Massachusetts 102 Fernal Hall 270 Stockbridge Road Amherst. 2-7 pp.
- Van Driesche, RG, Hoddle Ms. 2007.Center TD, Ruíz CE, Coronada BJ, Manuel AJ. Control de plagas y malezas por enemigos naturales. Washington. U.S.D.A, 3-46.
- Vargas, P. Zardoya R. (Eds). 2012. El Árbol de la Vida: Sistemática y Evolución de los Seres Vivos. Impresión: Impulso Global Solutions, S.A., Madrid, España. 313 pp.

- Wharton, R. A. P. M. Marsh y M. J. Sharkey (eds.). 1997. Manual of the New World genera of the family Braconidae (Hymenoptera). Special Publication - International Society of Hymenopterists No. 1. Washington. 439 p.
- Yu, D. S. K., C. van Achterberg y K. Horstmann. 2012. Taxapad 2012, Ichneumonoidea 2011. Database on flash-drive. <http://www.taxapad.com>, Ottawa, Ontario, Canadá
- Zumbado, M. A. y Azofovea D. 2018. Insectos de Importancia Agrícola. Guía Básica de Entomología. Heredia, Costa Rica. Programa Nacional de Agricultura Orgánica (PNAO). 204 pp.
- Zúñiga-Reinoso, Á. 2011. Los Coccinélidos (Coleóptera: Coccinellidae) de la región de Magallanes: Nuevos registros y distribución regional. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 39(1), 59-71. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-686X2011000100005>.