

Identificación de Parasitoides de Minadores Agromícidos (Díptera: Agromyzidae) en Plantas
Herbáceas en la Región Oeste de Puerto Rico.

Por

Antonio G. Rodríguez Cabán

Tesis sometida en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de

MAESTRÍA EN CIENCIAS
en

Protección de Cultivos

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO
RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ
2017

Aprobado por:

Carlos J. Santos Flores Ph. D.
Miembro, Comité graduado

Fecha

Fernando Gallardo Covas Ph. D.
Miembro, Comité graduado

Fecha

Ángel L. González Rodríguez Ph. D.
Presidente, Comité graduado

Fecha

Jaime A. Acosta Martínez Ph. D.
Representante de Estudios Graduados

Fecha

Elvin Román Paoli Ph. D.
Director de Departamento

Fecha

ABSTRACT

The family Agromyzidae consists of about 2,750 worldwide, with more than 33 species in Puerto Rico. In Puerto Rico, there are no published studies about parasitoids of agromyzid leafminers; thus, the objective of this research was the identification of this particular fauna. For this study, the collection of leaf samples with serpentine or patch leafminers damage was limited to some crops and weeds in some municipalities in the west region of Puerto Rico. Leaf samples were placed paper for two weeks in Petri dishes with a filter at 25 ± 2 °C and a relative humidity of aprox. 48%. The parasitoids obtained were deposited in vials with 70% ethanol. The species found were endoparasitoids and ectoparasitoids that attack leafminers larvae and emerged from larvae or the pupae in the puparium. The majority of the specimens belong to the families Eulophidae-58.59% (*Chrysocharis ignota*, *Chrysocharis vonones*, *Closterocerus pulcher*, *Diaulinopsis callichroma*, *Diglyphus insularis*, *Horismenus metallicus*, *Neochrysocharis formosa*, *Neochrysocharis* spp., *Pnigalio* sp., *Proacrias* sp., *Trisecodes agromyzae*, and *Zagrammosoma* sp.), and Braconidae- 31.02% (*Opius dissitus* and *O. insularis*). The families Figitidae- (3.26%; *Disorygma* sp., *Ganaspidium* sp. and *Tropideucoila* sp.) and Pteromalidae- (2.07%; *Halticoptera* sp.) were found less frequently. In *Phaseolus vulgaris*, 53.8% of the parasitoids were braconids; in *Ipomoea batatas*, 53.4% were eulophids; in *Allium cepa*, 100% were eulophids; in *Cucurbita moschata*, 53.7% were braconids; and in *Lycopersicum esculentum*, 87.5% were eulophids. Findings show that the hymenopteran parasitoids in the families Eulophidae and Braconidae are the most common and represent an important factor of mortality in agromyzid larvae and pupae, and that the distribution of parasitoid species varies according to the host plant of the agromyzid host.

RESUMEN

La familia Agromyzidae consta de alrededor de 2,750 especies a nivel mundial y con más de 33 en Puerto Rico. En Puerto Rico, no hay estudios publicados sobre parasitoides de minadores agromícidos, por lo que el objetivo de esta investigación fue la identificación de esta fauna en particular. Para esto se colectaron hojas con daño de minador tipo serpentina o parche en algunos cultivos y malezas en algunos municipios en la región oeste de Puerto Rico. Las hojas se colocaron durante dos semanas en placas Petri con papel de filtro a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa de aproximadamente 48%. Los parasitoides obtenidos se preservaron en viales con 70% etanol. Las especies encontradas son endoparasitoides y ectoparasitoides que atacan las larvas del minador y emergen de éstas o de las pupas en el pupario. La mayoría de los especímenes encontrados pertenecen a las familias himenópteras Eulophidae-58.6% (*Chrysocharis ignota*, *Chrysocharis vonones*, *Closterocerus pulcher*, *Diaulinopsis callichroma*, *Diglyphus insularis*, *Horismenus metallicus*, *Neochrysocharis formosa*, *Neochrysocharis spp.*, *Pnigalio sp.*, *Proacrias sp.*, *Trisecodes agromyzae* y *Zagrammosoma sp.*) y Braconidae-31.0% (*Opius dissitus* y *O. insularis*). Las familias Figitidae (3.3%; *Disorygma sp.*, *Ganaspidium sp.* y *Tropideucoila sp.*) y Pteromalidae (2.1%; *Halticoptera sp.*) se encontraron con menos frecuencia. En *Phaseolus vulgaris*, el 53.8% de los parasitoides fueron bracónidos; en *Ipomoea batatas*, el 53.4% fueron eulófidos; en *Allium cepa*, el 100% fueron eulófidos; en *Cucurbita moschata*, el 53.7% fueron bracónidos; y en *Lycopersicum esculentum*, el 87.5% fueron eulófidos. Estos hallazgos reflejan que los parasitoides himenópteros en las familias Eulophidae y Braconidae son los más comunes, éstos representan un factor importante de mortalidad en larvas y pupas de agromícidos, y que la distribución de estas especies varía de acuerdo a la planta hospedera de los agromícidos.

DEDICATORIA

Le dedico este trabajo primeramente a mi Dios por su amor incondicional;
a mis padres, Juan A. Rodríguez y Ana M. Cabán, por su confianza, apoyo y fe en mí;
a mi hermana, Janice Rodríguez Cabán, y a mi esposa, Ivonne M. Rivera Beede.

Los amo,
¡Dios los bendiga!

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a mi director de tesis y consejero, el Dr. Ángel Luis González, por confiar en mí y permitirme desarrollarme en el fascinante mundo de la entomología. A los miembros del comité graduado, Dr. Carlos Santos Flores y el Dr. Fernando Gallardo Covas. Gracias al Dr. Alejandro Segarra por permitirme utilizar sus facilidades en el Insectario Martorell; y a Víctor González y Luis Collazo por su ayuda con los materiales de laboratorio. Agradezco a mis compañeros Fernando Luis González y Orlando González Rivera por su ayuda en el campo y en el laboratorio. En adición, deseo agradecer a la Estación Experimental Agrícola por la ayuda económica otorgada y por permitirme muestrear en sus instalaciones localizadas en Isabela y Lajas.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS -----	viii
LISTADO DE FIGURAS -----	ix
APENDICES -----	xi
Capítulo 1 – Introducción -----	1
Capítulo 2 – Revisión de literatura -----	3
2.1. Los agromícidos minadores	
2.1.1 Descripción de la familia Agromyzidae -----	3
2.1.2 Importancia económica de los minadores agromícidos -----	3
2.1.3 Géneros agromícidos de importancia económica -----	4
2.1.4 Control de los agromícidos -----	5
2.2. Parasitoides de agromícidos	
2.2.1 Estudios taxonómicos relevantes de parasitoides de agromícidos -----	6
2.2.2 Clasificación de parasitoides según su desarrollo en su hospedero -----	7
2.3 – Familias himenópteras importantes en el control biológico y natural de los agromícidos	
2.3.1 Familia Eulophidae -----	7
2.3.1.1 Subfamilia Eulophinae -----	8
2.3.1.2 Subfamilia Entedoninae -----	8
2.3.1.3 Subfamilia Tetrastichinae -----	8
2.3.2 Familia Pteromalidae -----	9
2.3.2.1 Subfamilia Pteromalinae (Miscogasterinae) -----	9
2.3.3 Familia Braconidae -----	9
2.3.3.1 Subfamilia Opiinae -----	10
2.3.4 Familia Figitidae -----	10

2.3.4.1 Subfamilia Eucoiliinae -----	10
Capítulo 3 - Materiales y Métodos	
3.1 Procedimiento de Muestreo de Material Foliar -----	11
3.2 Identificación de Plantas Hospederas en Donde Ocurre Parasitismo -----	11
3.3 Colección e Identificación de Parasitoides -----	12
Capítulo 4 – Resultados	
4.1 Taxonomía de Parasitoide de Minadores Agromícidos -----	13
4.2 Frecuencia de Parasitoides en Plantas Hospederas de Agromícidos -----	32
4.3 Distribución de Parasitoides por Planta Hospedera y Familia de Planta ---	39
4.4 Géneros, Familias más Frecuentes de Parasitoides y Porciento de Parasitismo por Localidad -----	45
4.4.1 Género de Parasitoides y su Frecuencia -----	45
4.4.2 Familias de Parasitoides más Frecuentes -----	47
4.4.3 Porciento de Parasitismo -----	50
Capítulo 5 – Discusión	
5.1 Taxonomía de Parasitoide de Minadores Agromícidos: Relación Trófica: Planta – Minador – Parasitoide -----	52
5.2 Porciento de Parasitismo -----	59
Capítulo 6 – Conclusión -----	60
Capitulo 7 – Literatura Citada -----	62

LISTA DE TABLAS

Tabla 4.2.1 Número (frecuencia) de parasitoides colectados en la familia Eulophidae, subfamilia Eulophinae -----	34
Tabla 4.2.2 Número (frecuencia) de parasitoides colectados en la familia Eulophidae, subfamilia Entedoninae -----	35
Tabla 4.2.3. Número (frecuencia) de parasitoides colectados en la familia Eulophidae, subfamilia Tetrastichinae -----	36
Tabla 4.2.4 Número (frecuencia) de parasitoides colectados en la familia Pteromalidae, subfamilia Miscogasterinae -----	37
Tabla 4.2.5 Número (frecuencia) de parasitoides en las familias Braconidae (subfamilia, Opiinae) y Fijitidae (subfamilia, Eucoiliinae) -----	38

LISTA DE FIGURAS

Fig.4.1.1 <i>Diaulinopsis callichroma</i> Crawford, 1912 -----	14
Fig.4.1.2 <i>Diglyphus insularis</i> Gahan, 1914 -----	15
Fig.4.1.3 <i>Pnigalio</i> sp. Schrank, 1802 -----	16
Fig.4.1.4 <i>Zagrammosoma americanum</i> Girault, 1916 -----	17
Fig.4.1.5 <i>Chrysocharis vonones</i> Walker, 1839 -----	18
Fig.4.1.6 <i>Chrysocharis ignota</i> Hansson, 1987 -----	19
Fig.4.1.7 <i>Closterocerus pulcher</i> Howard, 1897 -----	20
Fig.4.1.8 <i>Neochrysocharis formosa</i> Westwood, 1833 -----	21
Fig.4.1.9 <i>Poacrias</i> sp. Ihering, 1914 -----	22
Fig.4.1.10 <i>Trisecodes agromyzae</i> Delvare & La Salle, 2000 -----	23
Fig.4.1.11 <i>Horismenus metallicus</i> Ashmead, 1894 -----	24
Fig.4.1.12 <i>Halticoptera</i> sp. Gahan 1969 -----	25
Fig.4.1.13 <i>Opius insularis</i> Ashmead, 1894 -----	26
Fig.4.1.14 <i>Opius dissitus</i> Muesebeck, 1963 -----	27
Fig.4.1.15 <i>Disorygma pacifica</i> Yoshimoto, 1962 -----	28
Fig.4.1.16 <i>Ganaspidium</i> sp. Weld, 1952 -----	29
Fig.4.1.17 <i>Tropideucoila</i> sp. Ashmead, 1903 -----	30
Fig.4.1.18 <i>Gronotoma</i> sp. Forster, 1869 -----	31
Fig.4.3.1 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en <i>Helianthus annuus</i> -	40
Fig.4.3.2 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en <i>Mikania congesta</i> -	40
Fig.4.3.3 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en <i>Commelina diffusa</i>	40
Fig.4.3.4 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en <i>Ipomoea batatas</i> --	40
Fig.4.3.5 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en <i>Ipomoea tiliacea</i> -	41
Fig.4.3.6 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en <i>Cucurbita moschata</i>	41

Fig.4.3.7 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en <i>Melothria pendula</i>	41
Fig.4.3.8 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en <i>Ricinus communis</i>	41
Fig.4.3.9 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en <i>Canavalia ensiformis</i> -----	42
Fig.4.3.10 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en <i>Crotalaria juncea</i> -	42
Fig.4.3.11 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en <i>Phaseolus lunatus</i> -----	42
Fig.4.3.12 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en <i>Phaseolus vulgaris</i>	42
Fig.4.3.13 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en <i>Vigna unguiculata</i> -	43
Fig.4.3.14 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en <i>Ocimum basilicum</i>	43
Fig.4.3.15 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en <i>Allium cepa</i> -----	43
Fig.4.3.16 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en <i>Gossypium hirsutum</i> -----	43
Fig.4.3.17 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en <i>Zea mays</i> -----	44
Fig.4.3.18 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en <i>Solanum lycopersicum</i> -----	44
Fig.4.4.1.1 Géneros de parasitoides identificados en la EEA de Isabela, P.R.-----	45
Fig.4.4.1.2 Géneros de parasitoides identificados en el municipio de Aguada, P.R. -----	46
Fig.4.4.1.3 Géneros de parasitoides identificados en la Finca Alzamora Mayaguez, P.R. -----	46
Fig. 4.4.1.4 Géneros de parasitoides identificados en la EEA de Lajas, P.R. -----	47
Fig.4.4.2.1 Familias de parasitoides más abundantes en la EEA de Isabela, P.R. -----	48
Fig.4.4.2.2 Familias de parasitoides más abundantes en Aguada, P.R. -----	48
Fig.4.4.2.3 Familias de parasitoides más abundantes en la Finca Alzamora, Mayagüez, P.R. -----	49
Fig.4.4.2.4 Familias de parasitoides más abundantes en la EEA de Lajas, P.R. -----	49
Fig.4.4.3.1 Porciento de parasitismo en varios cultivos en la EEA de Isabela, P.R. -----	50
Fig.4.4.3.2 Porciento de parasitismo en varios cultivos y malezas en la Finca Alzamora, Mayagüez P.R. -----	51
Fig.4.4.3.3 Porciento de parasitismo en varios cultivos en la EEA de Lajas, P.R. -----	51

APÉNDICES

Apéndice 1. Clave de Parasitoides de Agromícidos, -----	70
Apéndice 2. Plantas Hospederas de Minadores Agromícidos Donde Ocurre Parasitismo ---	78
Apéndice 3. Lista de Agromícidos ¹ , sus Hospederos y Parasitoides en Puerto Rico -----	79

CAPÍTULO 1 – INTRODUCCIÓN

Los minadores agromícidos (Diptera: Agromyzidae) son una plaga de importancia económica a nivel mundial ya que en su estado larval se alimentan del tejido interno de las hojas de un amplio rango de especies de plantas ornamentales, hortalizas y malezas (Hernández *et al.*, 2009). Por tal acción, el área fotosintética disminuye afectando la calidad del fruto y su rendimiento, provoca la muerte de las plántulas y reduce la estética de la planta (Talebi *et al.*, 2006). Además, el daño causado al tejido vegetal facilita la entrada de patógenos, tales como hongos y bacterias (Hernández *et al.*, 2010). En Puerto Rico, se han informado 33 especies agromícidos en los géneros *Melanogromyza* Hendel 1920, *Cerodontha* Rondani 1861, *Liriomyza* Mik 1894, *Agromyza* Fallén 1810, *Calycomyza* Hendel 1931, *Japanagromyza* Sasakawa 1958, *Ophiomyia* Bražnikov 1897 y *Amauromyza* Hendel 1931 (Martorell, 1976).

Hay varios métodos de control para esta plaga; sin embargo, en Puerto Rico el método más utilizado es el control químico (Cabrera *et al.*, 2008). El uso indiscriminado de insecticidas ha dotado a los agromícidos de cierto tipo de resistencia (Murphy *et al.*, 1999), incrementando sus poblaciones y disminuyendo las poblaciones de sus enemigos naturales (Tsutomu *et al.*, 2013). Por otro lado, el control biológico proporciona una estrategia eficaz y económica de control que disminuye la alteración del medio ambiente. Por tal razón, el control biológico es a menudo enfatizado como una estrategia de remediación importante para combatir los brotes de plagas (Liu *et al.*, 2009). Entre las familias de parasitoides de agromícidos de mayor importancia figuran los braconídeos y los eulófididos (Talebi *et al.*, 2006). Al presente, en Puerto Rico se han informado solo los eulófididos *Diglyphus begini* Ashmead 1904 y *Achrysocharella* sp. Girault 1913 (= *Neochrysocharis*, Kurdjumov, 1912) parasitando a *Liriomyza munda* (= *L. sativae*) (Pérez, 1973; Medina *et al.*, 1973); y a *Opius insularis* Ashmead 1894 que se reportó en un catastro realizado en Puerto Rico, pero sin ninguna relación con hospedero (Wolcott, 1948). Debido a la falta de

información sobre las especies de parasitoides asociados a los minadores agromícidos y sus relaciones comunitarias, se realizó un catastro para determinar las especies de parasitoides presentes en diferentes especies de agromícidos y su relación con las plantas hospederas.

CAPITULO 2- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Los Agromícidos Minadores

2.1.1 Descripción de la familia Agromyzidae

La familia Agromyzidae consta de 28 géneros, considerados como plagas de importancia en varios cultivos (Gonçalves *et al.*, 2005). Estas son moscas pequeñas cuyas especies tienen una longitud alar que varía entre 1.25 mm a 4.3 mm. La hembra deposita los huevos por medio de la inserción de posturas en la epidermis de la hoja, el cual tarda alrededor de 2 a 5 días para eclosionar. Ciertas especies pueden atacar cualquier parte de la planta, desde la raíz, el tallo, semillas y/o vainas de plantas herbáceas; además, ramas o tallos de árboles (Spencer, 1973). La etapa larval, del tipo cresa, pasa por 3 instares (Mathur, 1985), éstas se alimentan del mesófilo de las hojas, barrenan tallos y/o son causantes de agallas (Palacios-Torres *et al.*, 2008). Esta familia posee ciertas características que nos ayudan en su identificación: vibrisas presentes; 1-7 cerdas frontales presentes; rotura costal en el ápice de la subcosta, escleritos pregenitales del macho con un complejo tergal (fundido) simple (tergitos 6-8), con sólo dos espiráculos entre el tergito 5 y el segmento genital; parte anterior del segmento abdominal 7 en las hembras formando un oviscapo (Collins, 2005); cuerpo de color amarillo, negro y marrón oscuro (dependiendo del género); poseen de 3 – 5 cerdas fronto-orbitales a cada lado y sétulas fronto-orbitales; estas últimas son setas diminutas, a veces difícil de encontrar, pueden ser erectas, inclinadas hacia el occipucio o a las antenas, y en algunos casos pueden estar ausentes (Dempewolf, 2004).

2.1.2 Importancia económica de los minadores agromícidos.

Los minadores de hoja agromícidos son una plaga de importancia económica a nivel mundial ya que en su estado larval se alimentan del mesófilo de las hojas de un amplio rango de especies de plantas ornamentales y hortalizas (Hernández *et al.*, 2009). Por tal acción, el área

fotosintética disminuye afectando la calidad del fruto y su rendimiento, provoca la muerte de las plántulas y reduce la estética de la planta (Talebi *et al.*, 2006). En Puerto Rico, se han reportado aproximadamente 33 especies agromícidas, la mayoría de éstas son minadores de hoja en los géneros, *Cerodontha* Rondani 1861, *Liriomyza* Mik 1894, *Agromyza* Fallén 1810, *Calycomyza* Hendel 1931, *Japanagromyza* Sasakawa 1958, *Ophiomyia* Bražnikov 1897 y *Amauromyza* Hendel 1931 (Martorell, 1976).

2.1.3 Géneros agromícidos de importancia económica

La familia Agromyzidae consta de más de 33 especies en Puerto Rico, y alrededor de 2,750 a nivel mundial. Ciertas especies del género, como *Liriomyza sativae*, (Blanchard, 1938) y *L. trifolii* (Burgess, 1880), son conocidas como plagas de importancia en hortalizas (Asadi *et al.*, 2006). Las moscas adultas de estas especies son parecidas entre sí, con una longitud de 1-3 mm, cuerpo de color negro y amarillo con patrones variables que pueden en algunas instancias servir para separarlas (Collins, 2005).

En el género *Japanagromyza* (Sasakawa, 1958) actualmente se conocen 60 especies a nivel mundial y 25 de éstas en el Neotrópico. Estas son pequeñas moscas negras a marrón oscuro, no poseen áreas de color amarillo o clara, usualmente con brillo metálico bronce-verdoso en el mesonoto y/o abdomen.

En el género *Agromyza* (Fallén, 1810), se han informado 195 especies a nivel mundial y solamente 11 especies han sido reportadas para la región Neotropical (Korytkowski, 2014). Los adultos son pequeñas moscas con una coloración gris a color marrón, de unos 6 mm de largo (Goyal *et al.*, 2014).

El género *Calycomyza* (Hendel, 1931) es relativamente grande, con 80 especies descritas a nivel mundial. A diferencia de otros géneros, 60 especies han sido informado para el Neotrópico y 39 son conocidas actualmente para las Américas (Korytkowski, 2014).

El género *Liriomyza* (Mik, 1894) es considerado uno de los más diversos alrededor del mundo, con más de 360 especies, 85 de estas informadas para Neotrópico. Las larvas de este género son principalmente minadoras de hojas; sin embargo, existen especies berrenadoras de tallos (Korytkowski, 2014).

El género *Amauromyza* Hendel 1931 es relativamente pequeño, con aproximadamente 24 especies conocidas, con tan sólo 2 especies informadas en el Neotrópico. La mayoría de los adultos de estas especies son de color negro (Korytkowski, 2014).

El género *Ophiomyia* Braschnikov posee 300 especies descritas a nivel mundial, y 90 de estas especies han sido iformadas en el Neótrópico (Korytkowski, 2014).

El género *Cerodontha* Rondani 1861 actualmente consta de 133 especies a nivel mundial, con tan sólo 11 especies descritas para el Neótrópico. Las especies neotropicales son minadoras de hojas, exclusivamente en plantas monocotiledóneas, con hospederos en las familias Cyperaceae, Gramineae, Iridacea y Juncacea (Korytkowski, 2014).

2.1.4 Control de los agromícidos

En Puerto Rico, el método de control más utilizado es el químico (Cabrera *et al.*, 2008). Estos incluyen: cipermetrina, avermectina, azadiractina, oxamilo y dimetilo. Sin embargo, el uso indiscriminado de los mismos ha dotado a los agromícidos de cierto tipo de resistencia (Murphy *et al.*, 1999), incrementando sus poblaciones y reduciendo las poblaciones de sus enemigos

naturales (Tsutomu *et al.*, 2013). Por tal razón, el control biológico es a menudo enfatizado como una estrategia de remediación importante para combatir los brotes de plagas en general (Liu *et al.*, 2009). Entre las familias de himenópteros parasitoides de agromícidos de mayor importancia figuran los eulófidos y bracónidos (Talebi *et al.*, 2006). En Puerto Rico, se han informado los parasitoides de agromícidos *Diglyphus begini* Ashmead 1904 y *Achrysocharella* sp. (= *Neochrysocharis* Kurdjumov, 1912), ambos géneros en la familia Eulophidae; y *Opius insularis* Fischer, 1971 en la familia Braconidae. Sin embargo, en otros países se han informado más de 300 especies de parasitoides de agromícidos y, de éstos, más de 80 especies atacan especies de *Liriomyza* (Liu *et al.*, 2009; Noyes, 2014).

2.2 Parasitoides de agromícidos

2.2.1 Estudios taxonómicos relevantes sobre parasitoides de agromícidos.

Varios estudios taxonómicos relevantes sobre parasitoides de agromícidos, dentro de la familia Eulophidae, han sido publicados por Cave, 1995; Fisher *et al.*, 2005; Gates *et al.*, 2002; Gibson *et al.*, 1997; Gordh *et al.*, 1979; Hansson, 1990 y 1997; LaSalle *et al.*, 1991; Noyes, 2004; Yefremova *et al.*, 2011; y Zhu *et al.*, 2000. Por otro lado, algunos de los estudios relevantes de la taxonomía de parasitoides de agromícidos dentro de la familia Braconidae han sido publicados por Ameri *et al.*, 2014; Cave, 1995; Karlsson *et al.*, 2012; Wharton *et al.*, 1997; Belokobylskij *et al.*, 2004; y Noyes, 2004. Los estudios taxonómicos de parasitoides de la familia Figitidae han sido publicados por Beardsley, 1988; Buffington, 2006, 2009 y 2010; Buffington *et al.*, 2008; Ronquist *et al.*, 2001; Yang *et al.*, 2006; y Forshage *et al.*, 2008. Estudios taxonómicos de parasitoides en la familia Pteromalidae han sido publicados por Cave, 1995 y Gibson *et al.*, 1997.

2.2.2 Clasificación de parasitoides según su desarrollo en su hospedero.

Los parasitoides se clasifican según su localización para alimentarse del hospedero como ectoparasitoides, si se ubican y se alimentan en el exterior del hospedero; y endoparasitoides, si se ubican y se alimentan en el interior del hospedero. La capacidad de paralizar permanentemente a sus hospederos sólo se encuentra en parasitoides idiobiontes; mientras que los endoparasitoides koinobiontes conviven con sus hospederos por un tiempo permitiendo a éstos desarrollarse y moverse (Desneux *et al.*, 2009). Además, los parasitoides varían en cuanto a la cantidad de individuos que se desarrollan y emergen por hospedero; así los solitarios son aquellos en que se desarrolla un solo individuo por hospedero, y los gregarios cuando más de un individuo de la misma especie completa su desarrollo por hospedero (Carballo, 2002). También se clasifican por la etapa del hospedero que parasitan y emergen; por ejemplo, existen parasitoides de huevo, larva, larva-pupa, pupa y adultos.

2.3 Familias Himenópteras Importantes en el Control Biológico y Natural de los Agromícidos

2.3.1 Familia Eulophidae

Esta familia se distingue por las siguientes características morfológicas: 4 segmentos tarsales, tibia protorácica con espolón recto, funículo de 2 a 4 segmentos (raro 1 o 5), gáster con conexión angosta al mesosoma, vena marginal a menudo relativamente larga (Gibson *et al.*, 1997). Esta familia de parasitoides se encuentra distribuida alrededor del mundo. Se han descrito alrededor de 3,400 especies en 280 géneros (Gibson *et al.*, 1997). En los eulófidos, las especies que parasitan agromícidos minadores de hojas se encuentran en las subfamilias Eulophinae y Entodoninae.

2.3.1.1 Subfamilia Eulophinae

La subfamilia Eulophinae se caracteriza por tener una espina metatibial alargada. Generalmente son ectoparásitos gregarios de Lepidóptera. Sin embargo, *Zagrammosoma*, *Hemiptarsenus*, *Pniagelio*, *Cirrospilus* y *Diglyphus* son ectoparasitoides de insectos minadores de hojas y muestran distintos grados de especialización (Gibson et al., 1997).

2.3.1.2 Subfamilia Entedoninae

Esta subfamilia es una de las más grandes dentro de la familia Eulophidae, con 1,200 especies en 85 géneros. Las especies de esta subfamilia son frecuentes y abundantes en todas las zonas zoogeográficas. Estos son conocidos mayormente como endoparasitoides de huevos o larvas de coleópteros, lepidópteros y dípteros (Gibson *et al.*, 1997). En la tribu Entedonini se encuentran la mayor parte de los géneros y especies, incluyendo todos los géneros que atacan a minadores (LaSalle *et al.*, 1995). Especies en los géneros *Chysocharis*, *Closterocerus* y *Neochrysocharis* son principalmente parasitoides de minadores coleópteros, dípteros y lepidópteros. Especies de *Pediobius* atacan un amplio rango de hospederos, principalmente en los órdenes Lepidóptera, Coleóptera, Díptera e Himenóptera. Sin embargo, varias especies de *Pediobius* y *Horismenus* son hiperparásitos (Bouček, 1988; Gibson *et al.*, 1997).

2.3.1.3 Subfamilia Tetrastichinae

Las especies pertenecientes a esta subfamilia son parasitoides de huevos, larvas y pupas de varios insectos dentro de los órdenes Lepidóptera, Coleóptera, Díptera, Himenóptera y Neuróptera. Los géneros de esta subfamilia son principalmente endoparasitoides; sin embargo, puede ocurrir ectoparasitismo. En adición, tanto los endoparasitoides como los ectoparasitoides pueden ser gregarios como solitarios, y en algunos casos puede ocurrir hiperparasitismo facultativo u obligado. La mayoría de los géneros son parasitoides de dípteros cecidomíidos. Los miembros de

esta subfamilia se caracterizan por poseer notáulices bien desarrollados y rectos, sutura longitudinal media en el en el mesoescudo y escutelo, escutelo con suturas submedias y sublaterales, vena postmarginal reducida, axilas bien desarrolladas; antenas en las hembras con 3 segmentos funiculares, en los machos con 4 segmentos (Yefremova *et al.*, 2009).

2.3.2 Familia Pteromalidae

Los pteromálidos son uno de los grupos más diversos en la superfamilia Chalcidoidea, con alrededor de 3,500 especies en 600 géneros distribuidos alrededor del mundo. La biología y sus hospederos son variados, y la mayoría de las especies son ectoparasitoides idiobiontes de Lepidóptera, Coleóptera e Himenóptera. Esta familia posee 31 subfamilias; sin embargo, sólo la subfamilia Pteromalinae ataca minadores agromícidos. Los miembros de la tribu Miscogasterini son parasitoides koinobiontes de minadores agromícidos (Fisher *et al.*, 2005).

2.3.2.1 Subfamilia Pteromalinae (=Miscogasterinae)

Esta subfamilia consta de 300 géneros y más de 2,350 especies. Es un grupo con una agregación de géneros que no enlazan en otra parte. La mayoría de los géneros de esta subfamilia son endoparasitoides de dípteros minadores (Hasson *et al.*, 2006).

2.3.3 Familia Braconidae

Esta familia es la segunda más diversa dentro del orden Himenóptera, con aproximadamente 14,890 especies descritas y 40,000 especies estimadas, distribuidas alrededor del mundo (Briceño *et al.*, 2009). En su mayoría, éstos son parasitoides de Lepidóptera, Coleóptera y Díptera (Wharton *et al.*, 1997). Esta familia se caracteriza por tener las alas anteriores con más de 3 celdas cerradas (en especies asociadas con minadores con más de 5 celdas), y la celda costal está ausente. La antena tiene más de 16 antenómeros.

2.3.3.1 Subfamilia Opiinae

La subfamilia Opiinae consta de más de 1,500 especies descritas, las cuales son todas parasitoides koinobiontes de dípteros (Karlsson *et al.*, 2012). Muchas de estas especies son de importancia económica como agentes de control biológico.

2.3.4 Familia Figitidae

Los figítidos se encuentran distribuidos alrededor del mundo; sin embargo, algunas subfamilias parecen estar restringidas a ciertas regiones biogeográficas (Buffington, 2009). Los miembros de esta familia son endoparasitoides de larvas de insectos, principalmente larvas de dípteros. Otro grupo sustancial de esta familia se ha informado como depredadores y parasitoides de áfidos y psílidos. Un pequeño grupo de especies están asociadas con la producción de agallas en plantas (Ronquist *et al.*, 2001).

2.3.4.1 Subfamilia Eucoiliinae

Aunque poco conocida, la subfamilia Eucoiliinae es una numerosa, con 85 géneros y 973 especies (Buffington, 2009). Todas las especies se desarrollan como parasitoides koinobiontes larva-pupa de hospederos del orden Díptera (Beardsley, 1988). Las avispillas adultas son generalmente de color negro brillante y marrón rojizo oscuro y varían en tamaño de 0.5 a 5 mm de longitud (Buffington, 2009).

CAPÍTULO 3 - MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Procedimiento de Muestreo de Material Foliar

Se recolectaron hojas que presentaban minas en serpentina o parche (daño ocasionado por larvas agromícidas) de cultivos y malezas en Isabela (EEA-UPRM), Aguada (Bo. Cerro Gordo), Mayagüez (Finca Alzamora-UPRM), Lajas (EEA-UPRM) y Guánica (Finca González). Las muestras se tomaron sistemáticamente en forma de zig-zag a través del campo, colectando un total de 50 hojas con daño de minas. Las muestras se colectaron mensualmente por 18 meses; desde octubre de 2013 hasta abril de 2015. Cada hoja se depositó en bolsa Ziplocks[®] rotulada con el nombre del cultivo o maleza, lugar, fecha y coordenadas espaciales. Las muestras de hojas fueron posteriormente observadas con la ayuda de un estereoscopio (OLYMPUS SZX 16) y se clasificaron de acuerdo con el número de minas viables (minas que poseen larvas activas y/o parasitadas). Luego, las muestras fueron depositadas en placas Petri (150 mm x 15 mm) con un papel de filtro (90 mm) humedecido con agua (1ml). Las muestras se clasificaron de acuerdo con el lugar de procedencia, número de minas, fecha, cultivo y coordenadas; luego fueron selladas con parafina. Las muestras se incubaron aproximadamente dos semanas y media en el laboratorio a una temperatura de $\pm 25^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa de $\pm 48\%$ hasta que emergieran los adultos parasitoides o agromícidos.

3.2 Identificación de Plantas Hospederas en Donde Ocurre Parasitismo

A las plantas de las cuales se tomaron las muestras de hojas se les tomó fotografías y se recolectaron hojas e inflorescencias para su identificación. Estas muestras se llevaron al herbario del Edificio Anexo Piñero, RUM, en donde se identificaron taxonómicamente usando las claves de Más *et al.* (2013) y Acevedo (2013).

3.3 Colección e Identificación de Parasitoides

Los parasitoides obtenidos fueron contabilizados, depositados y refrigerados en viales con alcohol etílico al 70% para su conservación; luego, se rotularon para su identificación. Se calculó el porcentaje de parasitismo ($[\text{Número de parasitoides adultos} / \text{Núm. agromíctidos adultos} + \text{Núm. parasitoides adultos}] \times 100$)

La identificación de los parasitoides obtenidos se hizo mediante la utilización de las siguientes claves taxonómicas: Fisher *et al.*, 2005 (Braconidae, Eulophidae, Pteromalidae y Eucoiliinae); Gibson *et al.*, 1997 (Chalcidoidea); Cave, 1995 (Braconidae, Eulophidae y Figitidae); Buffington, 2010 (Figitidae); Lasalle y Parella, 1991 (Eulophidae, Pteromalidae); Hansson, 1990 (Eulophidae); Gates *et al.*, 2002 (Braconidae, Eulophidae, Pteromalidae). Para examinar el espécimen éste se depositó en una laminilla cóncava y se le añadió una mezcla 50:50 de glicerol: gel (para el cabello). Esto permitió manejar fácilmente al parasitoide y observar caracteres morfológicos específicos para su identificación en un microscopio compuesto de fase (Olympus CX41) con 10x – 40x de magnificación (ocular de 10x). También se observaron los especímenes en un estereoscopio Olympus (Modelo SZX16), con una magnificación de 115x, para otros detalles morfológicos en la taxonomía.

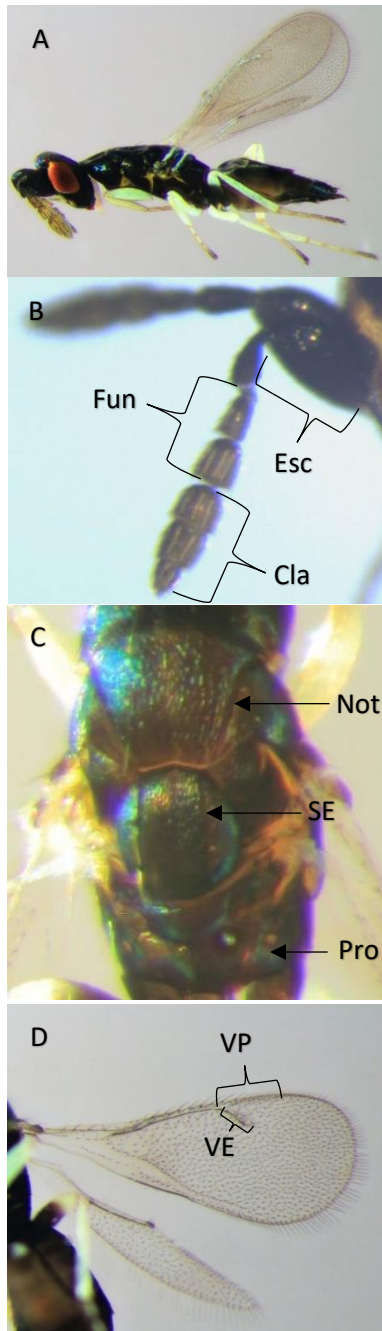
CAPITULO 4 – RESULTADOS

4.1 - Taxonomía de Parasitoides de Minadores Agromícidos

Todos los parasitoides encontrados en este estudio son del orden Himenóptera, pertenecientes a las familias Braconidae, Eulophidae, Figitidae y Pteromalidae. El 58.6% de los especímenes encontrados pertenecen a la familia Eulophidae (*Chrysocharis ignota* Hansson 1987, *Chrysocharis vonones* Walker 1839, *Closterocerus pulcher* Howard 1897, *Diaulinopsis callichroma* Crawford 1912, *Diglyphus insularis* Gahan 1914, *Horismenus metallicus* Ashmead 1894, *Neochrysocharis formosa* Westwood 1833, *Pnigalio* sp. Schrank 1802, *Proacrias* sp. Ihling 1914, *Trisecodes agromyzae* Delvare & La Salle 2000 y *Zagrammosoma* sp. Girault, 1916) y 31.0% a la familia Braconidae (*Opius dissitus* Muesebeck 1963 y *O. insularis* Ashmead, 1894). La familia Figitidae (3.26%) (*Disorygma pacifica* Yoshimoto 1962, *Ganaspidium* sp. Weld 1952., *Tropideucoila* sp. Ashmead, 1903 y *Gronotoma* sp. Förster 1869), y Pteromalidae (2.07%) (*Halticoptera* sp. Gahan 1969) se encontraron con menos frecuencia.

A continuación, se presentan las especies o géneros encontrados, la localidad de colección, la descripción de las especies o géneros, y las plantas hospederas de los agromícidos en donde se desarrollaron dichas especies.

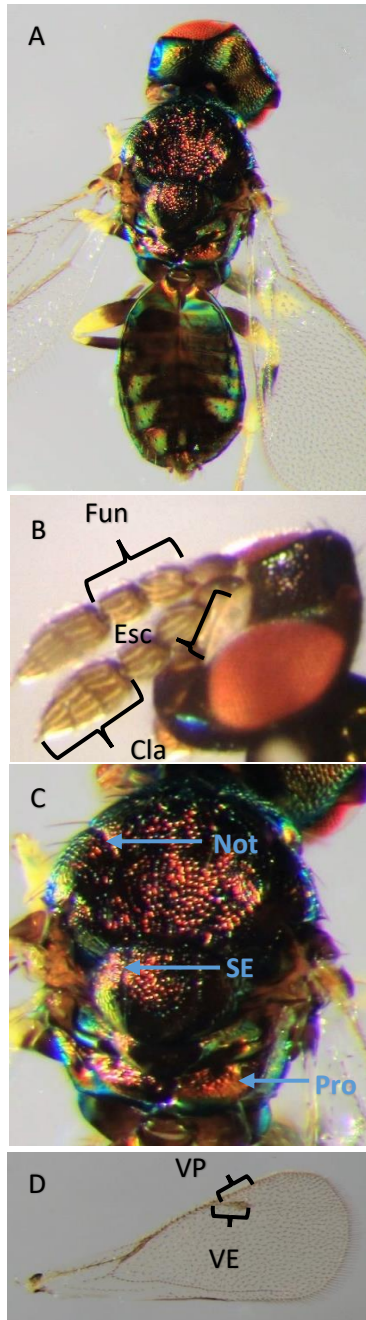
1. *Diaulinopsis callichroma*: Esta especie pertenece a la familia Eulophidae, subfamilia Eulophinae. Este parasitoide se encontró en los municipios de Isabela, Lajas y Guánica, en plantas de *Canavalia ensiformis*, *Phaseolus vulgaris*, *Crotalaria juncea*, *Vigna unguiculata* y *Allium cepa* (Fig. 4.1.1). Éste es el primer informe de esta especie en Puerto Rico.



4.1.1: *Diaulinopsis callichroma* Crawford 1912.

Descripción: Color verde metálico; longitud aproximada 1mm [Fig.A]; antena con dos segmentos funiculares (Fun), clava con tres segmentos (Cla), escapo (Esc) ensanchado en el macho [Fig.B]; notáulices (Not) profundos y rectos; escutelo con dos suturas paralelas (SE), con 2 pares de setas; propodeo liso (Pro), sin carina media, cóstula y plica [Fig.C]; ala anterior con vena postmarginal (VP) 2X más larga que la vena estigmal (VE) [Fig.D].

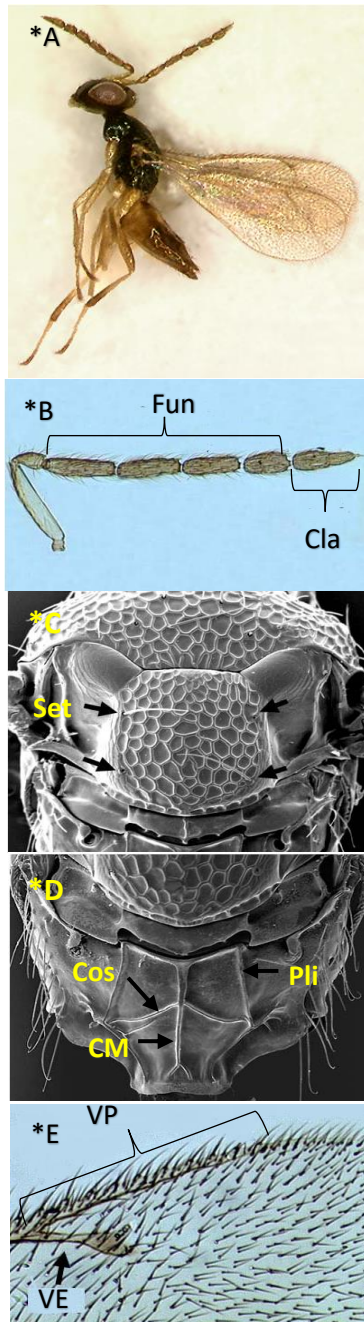
2. *Diglyphus insularis*: Esta especie pertenece a la familia Eulophidae, subfamilia Eulophinae. Ésta se encontró en Isabela, Mayagüez, Lajas y Guánica en plantas de *Phaseolus vulgaris*, *Solanum lycopersicum*, *Phaseolus lunatus*, *Ipomoea batatas*, *Vigna unguiculata*, *Canavalia ensiformis*, *Crotalaria juncea*, *Zea mays* y *Allium cepa* (Fig. 4.1.2).



4.1.2: *Diglyphus insularis* Gahan 1914.

Descripción: Color verde metálico; longitud 1.5 – 2 mm [Fig.A]; antena con dos segmentos funiculares (Fun), clava (Cla) con tres; escapo (Esc) completamente blanco [Fig. B]; notáulices incompletos (Not), escutelo con un par de suturas paralelas (S.E), con un par de setas; propodeo (Pro) liso, sin carina media [Fig.C]; ala anterior con vena postmarginal (VP) no más larga que la vena estigmal (VE) [Fig.D].

3. *Pnigalio* sp.: Este género de la familia Eulophidae, subfamilia Eulophinae, se encontró en el cultivo de *Ipomoea batatas* sólo en el municipio de Lajas (Fig. 4.1.3). Éste es el primer informe de este género en Puerto Rico.



4.1.3: *Pnigalio* sp. Schrank, 1802

Descripción: Tórax color verde, antenas, patas y gáster pardos; longitud aproximada de 1.1mm [Fig.A]; antena con 4 segmentos funiculares (Fun) y clava con dos segmentos (Cla) [Fig.B], en el macho los funículos con 3 ramas; natáulices ausentes; escutelo con dos pares de setas (Set) [Fig.C]; propodeo con carina media (CM), plica (pli) y cóstula (Cos) [Fig.D]; vena postmarginal (VP) 2x más larga que la vena estigmal (VE) [Fig.E].

*Nota: Fotos utilizadas de (© Copyright 2005, CSIRO Australia) Reina *et al.*, 2003

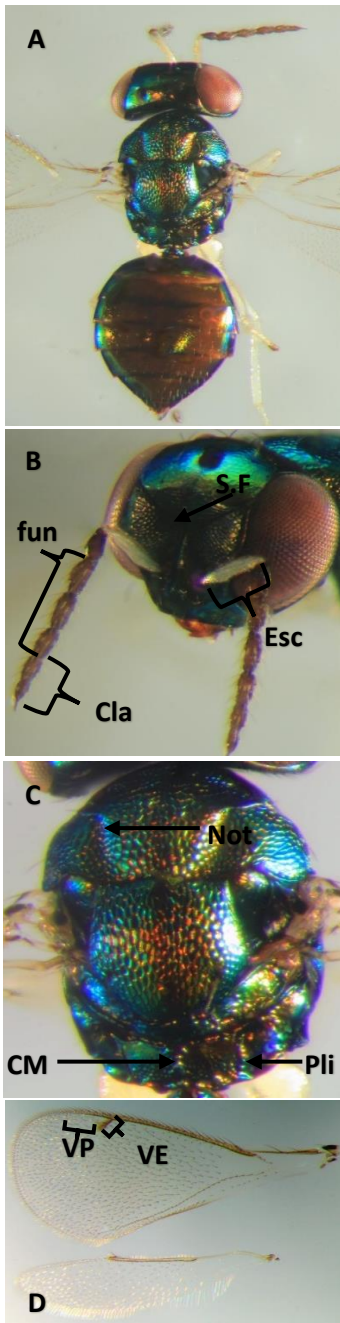
4. *Zagrammosoma americanum*: Esta especie pertenece a la familia Eulophidae, subfamilia Eulophinae, sólo se encontró en el cultivo de *Phaseolus vulgaris* en el municipio de Isabela en la EEA (Fig. 4.1.4). Es un nuevo informe para Puerto Rico.



4.1.4: *Zagrammosoma americanum* Girault, 1916

Descripción: Color amarillo con líneas negras; longitud 1.6mm [Fig.A]; antenas con 2 segmentos funiculares, clava con 3 segmentos [Fig.B]; metasoma con fina reticulación; notáulices curvados hacia las axilas; escutelo con dos pares de setas y un par de suturas longitudinales [Fig.C]; ala anterior con venas postmarginales presentes, 0.5 más corta que la vena estigmal; ala con típica coloración marrón [Fig.D].

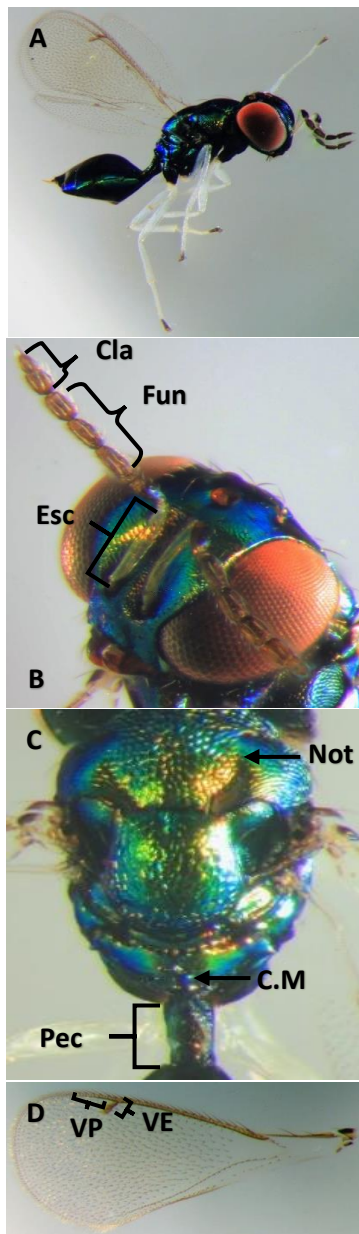
5. *Chrysocharis vonones*: Esta especie pertenece a la familia Eulophidae, subfamilia Entedoninae. Ésta se encontró en Isabela, Aguada, Mayagüez, Lajas y Aibonito en plantas de *Phaseolus vulgaris*, *P. lunatus*, *Helianthus annuus* y en la maleza *Commelina diffusa* (Fig. 4.1.5). Éste es el primer informe de esta especie en Puerto Rico.



4.1.5: *Chrysocharis vonones* Walker 1839.

Descripción; Cabeza y mesosoma color verde dorado; longitud 1 – 1.5 mm [Fig.A]; mesonoto fuertemente esculpido; antena con 3 segmentos funiculares (Fun), clava (Cla) con dos segmentos, escapo blanco (Esc); sutura facial (SF) en forma Y [Fig.B]; notáulices (Not) incompletos; procoxa oscuras, meso- y metacoxas blancas (hembra); propodeo con carina media (CM) y plica (Pli) [Fig.C]; ala anterior con vena postmarginal (VP) 1.5X más larga que la vena estigmal (VE) [Fig.D].

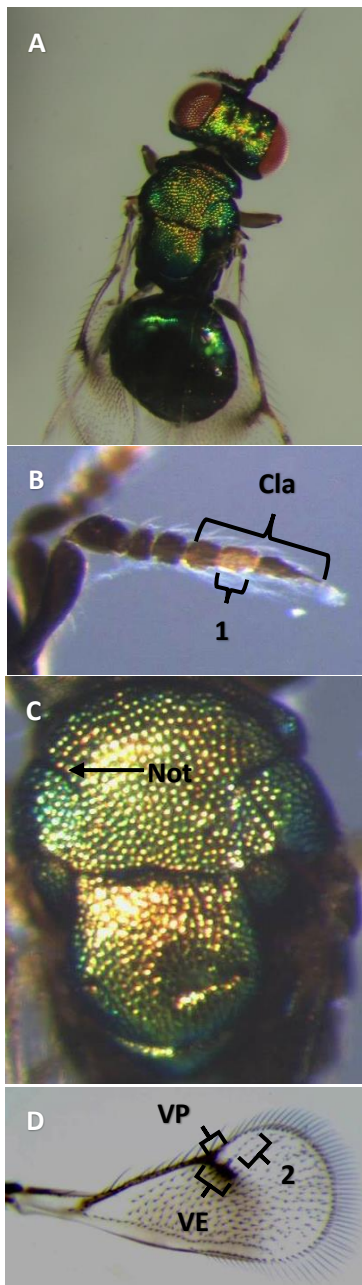
6. *Chrysocharis ignota*: Esta especie pertenece a la familia Eulophidae, subfamilia Entedoninae. Ésta se encontró en los pueblos de Isabela, Aguada y Mayagüez, en las plantas de *Phaseolus vulgaris*, *Canavalia ensiforme*, *Cucurbita moschata*, *Ipomoea batatas*, *Ocimum basilicum* y en la maleza *Commelina. diffusa* (Fig. 4.1.6). Éste es el primer informe de esta especie para Puerto Rico.



4.1.6: *C. ignota* Hansson 1987.

Descripción: Color verde dorado, patas blancas, excepto coxas y pretarsos negros [Fig.A]; antena con funículo de 3 segmentos, clava dividida en 2 segmentos; sutura fronto-facial ausente [Fig.B]; pronoto sin carina transversal; mesosoma fuertemente esculpido; notáulices incompletos (Not); escutelo con un par de setas; propodeo con carina media (CM) incompleta, sin plica ni cóstula; peciolo (Pec) distinguible (largo) [Fig.C]; vena postmarginal (VP) presente, 1 – 1.5 más larga que la vena estigmal (VE) [Fig.D].

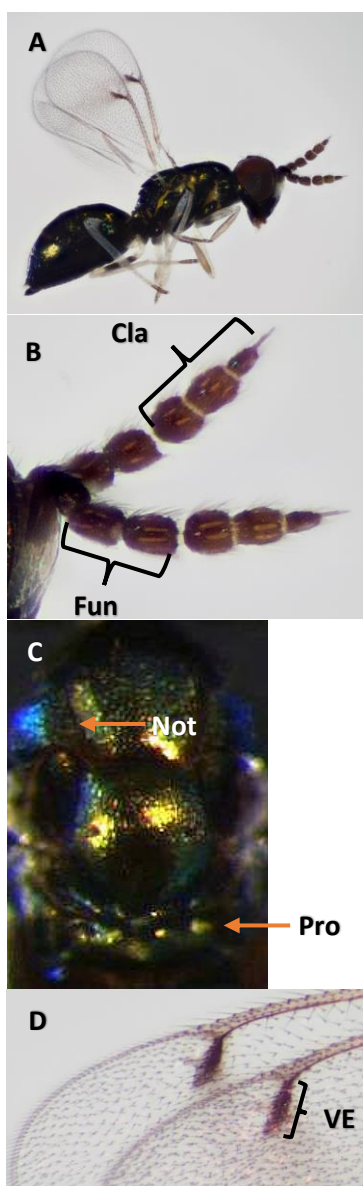
7. *Closterocerus pulcher*: Esta especie pertenece a la familia Eulophidae, subfamilia Entedoninae, y se encontró en los municipios de Isabela, Aguada, Mayagüez, Lajas y Aibonito, en plantas de *Canavalia ensiformis*, *Phaseolus vulgaris*, *Crotalaria juncea*, *Vigna unguiculata*, *Cucurbita moschata*, *Ipomomoea batatas*, *Phaseolus lunatus*, *Solanum lycopersicum*, *Ocimum basilicum* y en la maleza *Commelina diffusa* (Fig. 4.1.7). Éste es el primer informe de esta especie en Puerto Rico.



4.1.7: *Closterocerus pulcher* Howard 1897

Descripción: Cuerpo de color verde metálico, longitud aproximada de 1mm [Fig.A]; antena con 2 segmentos en el funículo, clava dividida en 3 segmentos (Cla); penúltimo segmento de la clava blanco (1) [Fig.B]; sutura fronto-facial en forma de Y – V; pronoto sin carina transversal; notálices con curva hacia la axila (Not); mesoescudo y escutelo fuertemente esculpido; escutelo con un par de setas [Fig.C]; propodeo liso sin plica y carina media; ala anterior con una sola fila de setas que sale de la vena estigmal (2); mancha oscura a partir de la vena estigmal (VE); vena postmarginal corta (VP) [Fig.D].

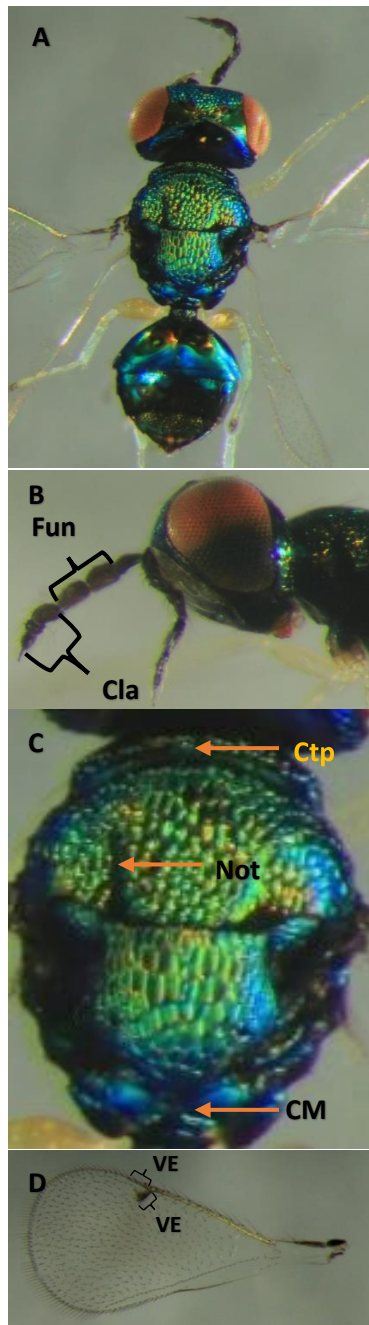
8. *Neochrysocharis formosa*: Esta especie pertenece a la familia Eulophidae, subfamilia Entedoninae. Este parasitoide se encontró en los pueblos de Isabela, Aguada, Mayagüez, Lajas, Guánica y Juana Díaz, en plantas de *Canavalia ensiformis*, *Phaseolus vulgaris*, *Crotalaria juncea*, *Vigna unguiculata*, *Cucurbita moschata*, *Ipomoea batatas*, *Helianthus annuus*, *Zea mays*, *Solanum lycopersicum*, *Allium cepa*, *Coriandrum sativum*, *Gossypium hirsutum* y en las malezas *Commelina diffusa*, *Ricinus communis* y *Solanum torvum* (Fig. 4.1.8). Éste es el primer informe de esta especie en Puerto Rico.



4.1.8: *Neochrysocharis formosa* Westwood 1833

Descripción: Color principalmente verde metálico; longitud aproximada de 1mm [Fig.A]; antena con 2 segmentos funiculares (Fun); clava con tres segmentos fusionados (Cla) [Fig.B]; sutura fronto-facial en forma de Y – V; mesosoma esculpido; pronoto sin carina transversal; nataúlices completos (Not); escutelo con un par de setas; propodeo (Pro) liso, sin carina media y sin plica [Fig.C]; vena postmarginal (VP) ausente, vena estigmal presente (VE) [Fig.D].

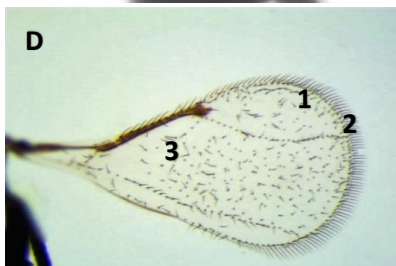
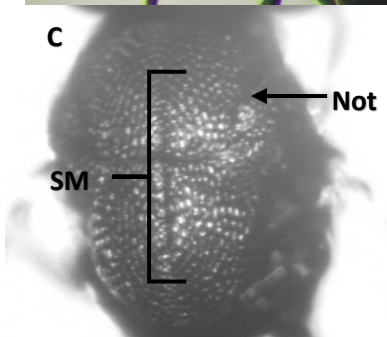
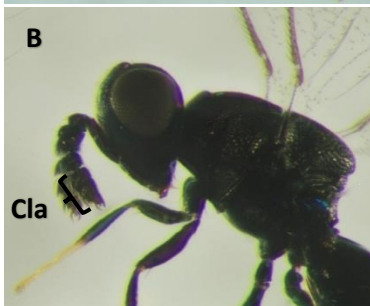
9. *Poacrias* sp.: Este género pertenece a la familia Eulophidae, subfamilia Entedoninae, y se encontró en plantas de *Melothria pendula*, *Ipomoea batatas*, *Vigna unguiculata* y *Crotalaria juncea*, en los pueblos de Aguada y Lajas (Fig. 4.1.9). Éste es el primer informe de esta especie en Puerto Rico.



4.1.9: *Proacrias* Ihering 1914

Descripción: Color verde metálico oscuro, longitud 0.8 – 1.2 mm [Fig.A]; antena con 2 segmentos funiculares (Fun), clava con 3 segmentos (Cla) [Fig.B]; sutura fronto-facial en forma de Y; tórax fuertemente esculpido; carina transversal en el pronoto (Ctp); notáulices completos y rectos (Not); escutelo con 1 par de setas; propodeo con 2 carinas medias (CM) [Fig.C]; vena postmarginal (VP) presente prácticamente del mismo tamaño que la vena estigmal (VE) [Fig.D].

10. *Trisecodes agromyzae*: Esta especie pertenece a la familia Eulophidae, subfamilia Entedoninae, y sólo se encontró en los cultivos de *Phaseolus vulgaris* y *P. lunatus* en los municipios de Isabela, Aguada y Mayagüez (Fig. 4.1.10). Éste es el primer informe de esta especie en Puerto Rico.

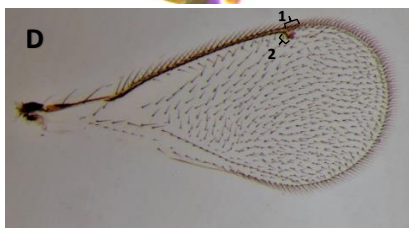
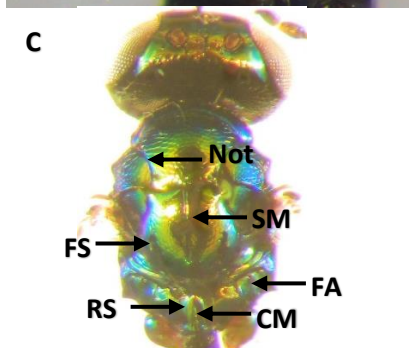
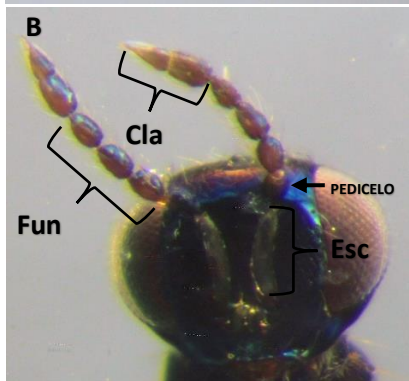
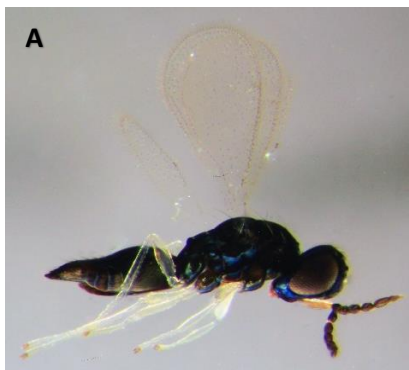


4.1.10 Eulophidae: Entedoninae: *Trisecodes agromyzae*

Delvare & La Salle, 2000

Descripción: Color negro; tibia y tarsos crema, 3 segmentos tarsales; longitud 0.9 – 1.2 mm [Fig.A]; antena, funículo y clava con 3 segmentos (Cla) [Fig.B]; sutura fronto-facial en forma de V; mesosoma reticulado; notáulices completos (Not); mesoesclerito y escutelo con sutura media (SM) [Fig.C]; escutelo con 3 pares de setas diminutas; propodeo sin carina media; vena submarginal con una sola seta; vena postmarginal y estigmal muy corta; 3 líneas de setas se originan de la vena estigmal (1,2,3) [Fig.D].

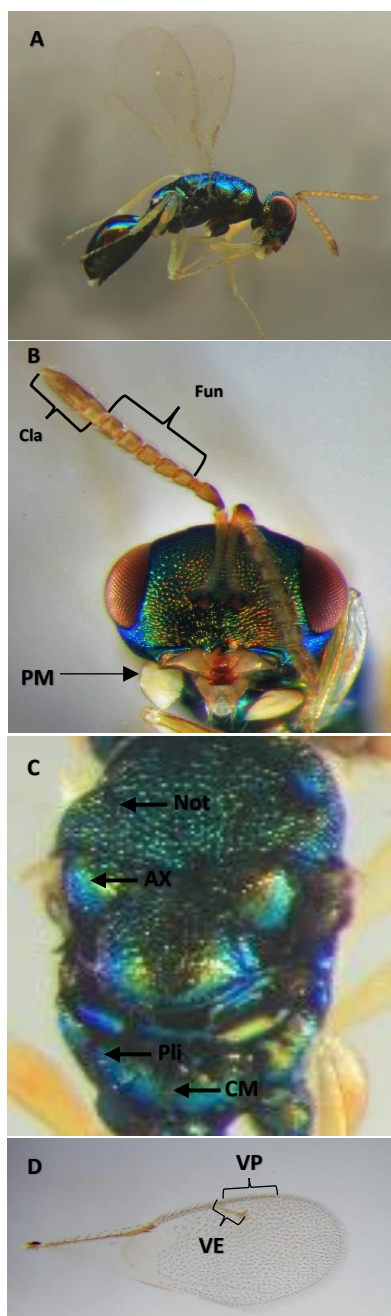
11. *Horismenus metallicus*: Esta especie pertenece a la familia Eulophidae, subfamilia Tetrastichinae, y solo se encontró en las malezas *Melothria pendula* y en la maleza *Commelina diffusa* en el municipio de Aguada (Fig. 4.1.11). Éste figura como un nuevo informe para Puerto Rico.



4.1.11: *Horismenus metallicus* Ashmead, 1894

Descripción: Color verde metálico; longitud 0.9 - 1.1 mm; patas blancas, excepto pretarsos color marrón claro y coxas color verde metálico; [Fig.A]; antena con 3 segmentos funiculares (Fun), clava con 2 segmentos (Cla), escapo marrón claro (Esc) [Fig.B]; mesoesclero con reticulación elevada transversal y débil anteriormente, escutelo con reticulación débil, con sutura media (SM), y filas de setas (FS); notáulicos rectos (Not); propodeo con fóveas anterolaterales (FA), carina mediana (CM), ranuras submedianas (RS) y plica [Fig.C]; vena posmarginal corta (1), vena estigmal presente y muy corta (2) [Fig.D].

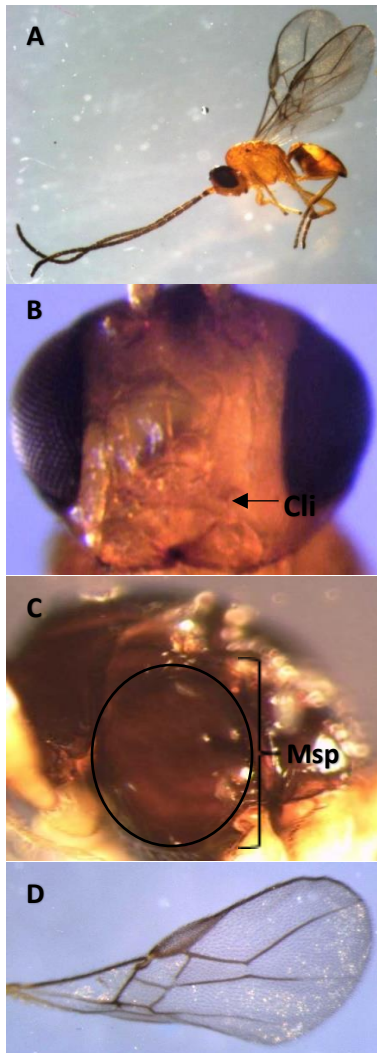
12. *Halticoptera* sp.: Este género pertenece a la familia Pteromalidae, subfamilia Miscogasterinae, y fue colectado en los municipios de Isabela, Aguada y Lajas en los cultivos de *Zea mays*, *Ipomoea batatas* y *Vigna unguiculata* (Fig. 4.1.12). Éste es un nuevo informe para Puerto Rico.



4.1.12: *Halticoptera* sp. Grahlan 1969

Descripción: Adulto color verde-azul metálico, longitud aproximada 1.4 mm; patas amarillas parduzca, excepto las coxas (verde metálico) [Fig.A]; antena con 5 segmentos funiculares (Fun) y 3 segmentos en la clava (Cla); escapo, pedicelo y clava marrón oscuro; palpos maxilares agrandados en macho (PM) [Fig.B]; axilas agrandadas, convexas (AX); notáulices incompletos (Not); propodeo con carina media (CM) y plica (Pli) [Fig.C]; alas anteriores con vena postmarginal (VP) 2x el largo de la vena estigmal (VE) [Fig.D].

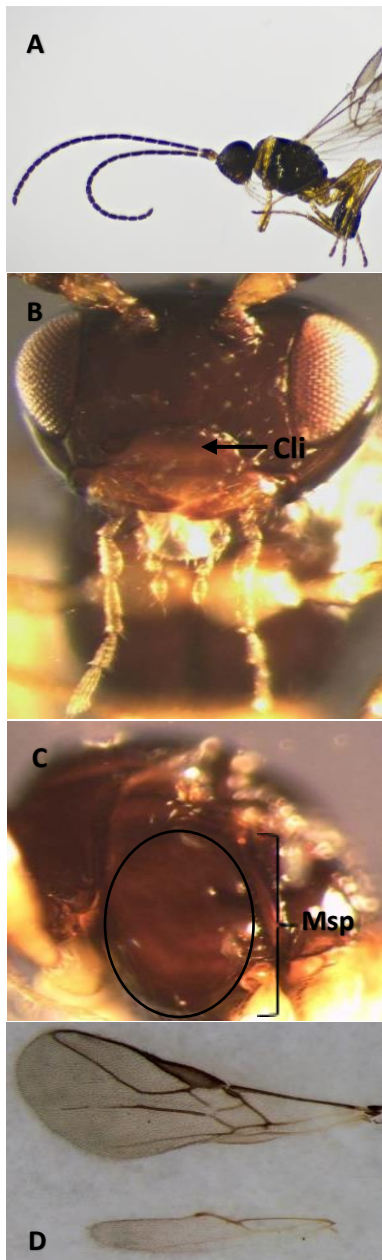
13. *Opius insularis*: Esta especie pertenece a la familia Braconidae, subfamilia Opiinae. Se encontró en Isabela, Aguada, Mayagüez y Lajas, en plantas de *P. vulgaris*, *H. annuus*, *V. unguiculata*, *S. lycopersicum*, *P. lunatus*, *I. batatas* y en las malezas *Commelina diffusa*, *Lantana camara*, *Emilia sonchifolia*, *Vernonia cinerea*, *Eupatorium odoratum*, *Ricinus communis*, *M. congesta* e *I. tilicea* (Fig. 4.1.13).



4.1.13: *Opius insularis* Ashmead, 1894

Descripción: Cuerpo de color amarillo; longitud 1.3 – 1.4 mm; antena con 22 segmentos [Fig.A]; clípeo semicircular (Cli) [Fig.B]; mesopleura lisa (Msp) igual que *O.dissitus* [Fig.C]; Ala anterior [Fig.D].

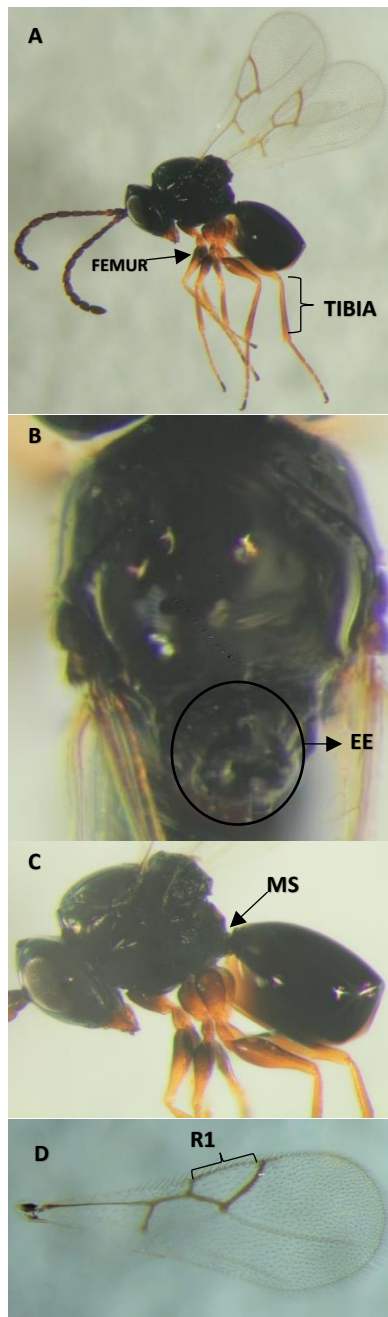
14. *Opius dissitus*: Esta especie pertenece a la familia Braconidae, subfamilia Opiinae. Se encontró en Isabela, Aguada, Mayagüez y Lajas, en los cultivos *Cucurbita moschata*, *Canavalia ensiformis*, *Crotalaria juncea*, *Phaseolus vulgaris*, *Helianthus annuus*, *Vigna unguiculata*, *Ipomoea batatas* y *Solanum lycopersicum*, y en las malezas *Commelina diffusa*, *Emilia sonchifolia* y *Ricinus communis* (Fig. 4.1.14). Éste es un nuevo informe para Puerto Rico.



4.1.14: *Opius dissitus* Muesebeck 1963

Descripción: Longitud aprox de 1.3 mm; cabeza y mesosoma color negro brillante; antena con 19 segmentos; tergito 1 con manchas pardas en el centro, tergito 2 amarillo y los demás tergitos negros; patas amarillas. [Fig.A]; clípeo grande y semicircular (Cli) [Fig.B]; mesopleura lisa (Msp) [Fig.C]; Alas [Fig.D].

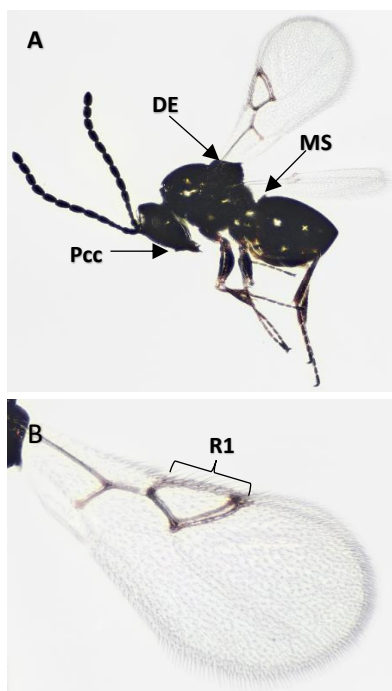
15. *Disorygma pacifica*: Esta especie pertenece a la familia Fijitidae, subfamilia Eucoiliinae. Éste se encontró únicamente en el municipio de Lajas en *Crotalaria juncea* (Fig. 4.1.15). Éste es un nuevo informe para Puerto Rico.



4.1.15: *Disorygma pacifica* Yoshimoto, 1962.

Descripción: Esta especie presenta un gaster sésil; meso y metasomas de color negro, longitud aproximada de 1.05 mm; antenas con 13 segmentos; tibias amarillas; fémures pardos oscuros sólo en el área proximal [Fig.A]; elevación del escutelo redonda (EE) [Fig.B]; notáulices reducidos; metasoma sin anillo basal de setas (MS) [Fig.C]; alas anteriores con vena R1 presente [Fig.D].

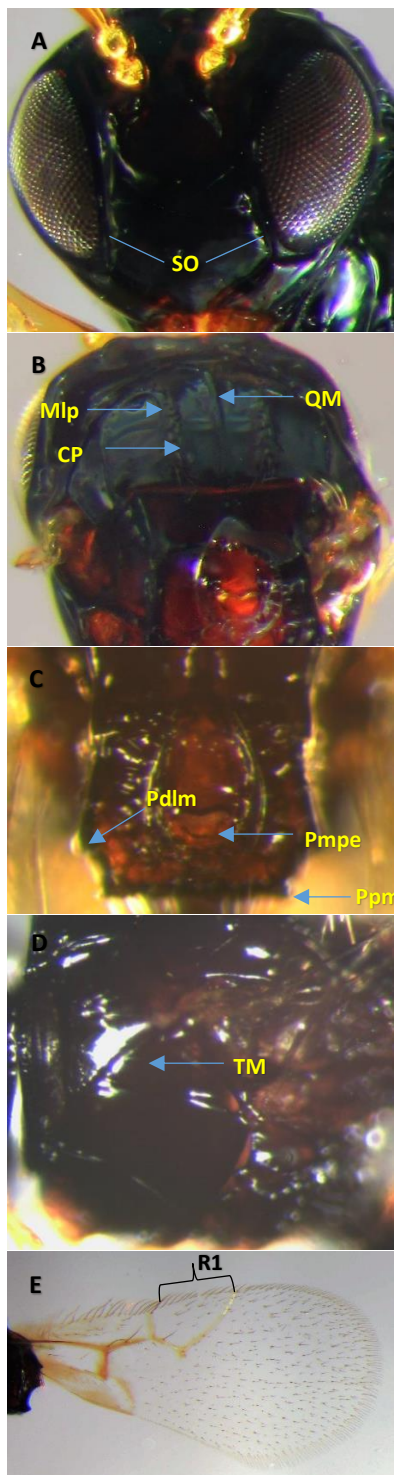
16. *Ganaspidium* sp.: Este género pertenece a la familia Fijitidae, subfamilia Eucoiliinae. Éste se encontró en plantas de *Phaseolus vulgaris*, *Canavalia ensiformis* y *Vigna unguiculata* y en la maleza *Commelina diffusa* en los municipios de Isabela, Mayagüez y Lajas (Fig. 4.1.16). Éste género es un nuevo informe para Puerto Rico.



4.1.16: *Ganaspidium* sp. Weld 1952

Descripción: Este género se caracteriza por tener un gáster sésil; meso y metasoma de color negro; patas negras; longitud aprox. 1.1mm – 1.3 mm; antena con 13 segmentos en las hembras, 15 en el macho; protuberancia cónica en el clípeo (Pcc); mesonoto sin notáulices; disco escutelar con una fosa circular; anillo piloso en la base del metasoma formado por una pubescencia lanosa e incompleta dorsalmente (MS); disco escutelar (DE) [Fig.A]; alas anteriores con vena R1 presente, no tan marcada [Fig.B].

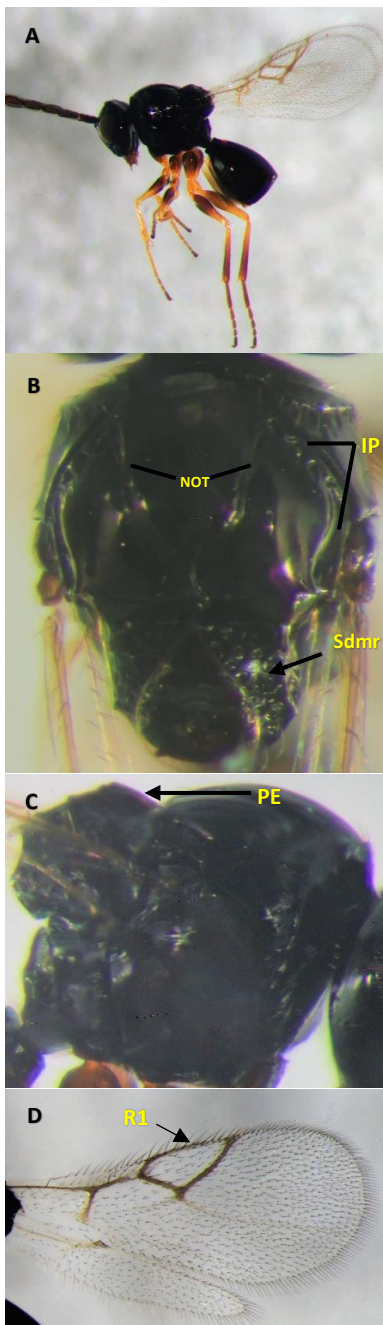
17. *Tropideucoila* sp.: Este género pertenece a la familia Fijitidae, subfamilia Eucoiliinae y se encontró en los municipios de Aguada y Mayagüez en el cultivo de *Phaseolus lunatus* (Fig. 4.1.17). Éste es un nuevo informe para Puerto Rico.



4.1.17: *Tropideucoila* sp. Ashmead 1903

Descripción: Cuerpo de color negro; longitud aproximada de 1.75-2.7mm; antena con 13 segmento (hembras), 15 en el macho; surco orbital presente (SO) [Fig.A]; mesoescudo con quilla media (QM), con línea de pelos parapsidal (Mlp), cresta parapsidal (CP) [Fig.B]; punto medio de la placa escutelar presente (Pmpe); proyección dorso-lateral del mesoescutelo (PdIm), proyección posterior del mesoescutelo (Ppm) [Fig.C]; triángulo mesopleural (TM) [Fig.D]; alas anteriores con vena R1 ausente [Fig.E].

18. *Gronotoma* sp.: Este género pertenece a la familia Fijitidae, subfamilia Eucoiliinae. Éste sólo se encontró en el municipio de Mayagüez, en la Finca Alzamora, en plantas de *Zea mays* (Fig. 4.1.18). Éste es un nuevo informe para Puerto Rico.



4.1.18: *Gronotoma* sp. Förster 1869

Descripción: Cuerpo de color negro; longitud aproximada de 1.2mm; coxas negras, trocánter amarillo, femur amarillo proximalmente, tibias negras distalmente y tarsos y pretarsos amarillo – marrón; antena con 15 segmentos (macho) [Fig.A]; notáulices presentes (Not); impresión paraescutelar (IP); superficie dorsal del mesoescutelo rugosa (Sdmr) [Fig.B]; plato escutelar alto (más alto que el mesoescutelo) (PE) [Fig.C]; alas anteriores con vena R1 presente (tubular) [Fig.D].

4.2 Frecuencia de Parasitoides en Plantas Hospederas de Agromícidos

En este estudio se encontró que los Eulófidos y Braconidos son las familias de mayor frecuencia parasitando agromícidos minadores que los Fijítidos y Pteromálidos. En la familia Eulophidae se encontraron diez géneros distribuidos en siete especies atacando agromícidos minadores foliares en las familias de plantas Asteraceae, Apiaceae, Commelinaceae, Convolvulaceae, Cucurbitaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Liliaceae, Malvaceae, Poaceae, Solanaceae y Verbenaceae. De estos diez géneros, cuatro se encontraron en la subfamilia Eulophinae (Tabla 4.2.1), cinco en la subfamilia Entedoninae (Tabla 4.2.2) y uno en la subfamilia Tetrastichinae (Tabla 4.2.3). En la familia Pteromalidae sólo se encontró al género *Halticoptera*, el cual se obtuvo en hojas minadas en las familias de plantas Convolvulaceae, Fabaceae y Poaceae (Tabla 4.2.4). En la familia Braconidae se encontraron sólo dos especies en el género *Opius*, las que se recuperaron de hojas minadas en las familias de plantas Asteraceae, Commelinaceae, Convolvulaceae, Cucurbitaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae y Malvaceae (Tabla 4.2.5).

Las especies de eulófidos encontradas variaron en cuanto a su cantidad y ocurrencia en los cultivos y malezas muestreadas. La especie más común en la familia Eulophidae, subfamilia Eulophinae, fue *D. insularis*, esto en *P. lunatus* (51%) y otras fabáceas (87%), pero se encontró también atacando agromícidos en cinco familias de plantas (Tabla 4.2.1). La especie anterior fue seguida por *N. formosa* (subfamilia Entedoninae), la cual se halló con mayor frecuencia en el cultivo *P. vulgaris* (45%) y en *H. annuus* (14%). Aunque se encontró en hojas minadas de 11 familias de plantas, un 61% de los especímenes se obtuvo de minas en cultivos de la familia Fabaceae (Tabla 4.2.2). Similarmente, *C. pulcher* fue más colectado en especies de fabáceas (82%), particularmente en *C. ensiformis* (44%) y en *Phaseolus* spp. (26%), pero se encontró también en

otras seis familias de plantas (Tabla 4.2.2). El género *Chrysocharis* se encontró con más frecuencia en hojas minadas de la maleza *C. diffusa* (42%), pero ocurrió también en otras siete familias de plantas (Tabla 4.2.2). Un 22% de los especímenes de *Chrysocharis* se encontraron en plantas fabáceas. En la subfamilia Tetrastichinae se encontró sólo la especie *Horismenus metallicus* con igual frecuencia en las malezas *C. diffusa* y *M. pendula* (Tabla 4.2.3). En la familia Pteromalidae, se encontró el género *Halticoptera* con más frecuencia en el cultivo de *Z. mays*, aunque la ocurrencia de este parasitoide es escasa (Tabla 4.2.4).

En la familia Braconidae, subfamilia Opiinae, el género *Opius* se encontró en mayor cantidad en los cultivos de *P. vulgaris* (58%), *C. moschata* (11.8%) e *I. batatas* (7.9%). No obstante, se encontró atacando agromícidos en nueve familias y 18 especies de plantas. (Tabla 4.2.5). Un 63% de los especímenes *Opius* se encontró en plantas fabáceas. En la familia Figitidae, el género *Ganaspidium* fue el más común encontrándose principalmente en plantas de la familia Fabaceae (88%). El género *Tropideucoila* sólo se encontró en *P. lunatus*, *Disorygma* en *C. juncea* y *Gronotoma* en *Z. mays*; todos estos fueron muy escasos (Tabla 4.2.5).

Tabla 4.2.1 Número (frecuencia) de parasitoides de la familia Eulophidae, subfamilia Eulophinae, encontrados en minadores agromícidos por plantas hospederas.

Plantas Hospederas / Familia	<i>Diaulinopsis callichroma</i>	<i>Diglyphus insularis</i>	<i>Pnigalio</i> sp.	<i>Zagrammosoma americanus</i>
Apiaceae				
<i>Coriandrum sativum</i>	0	0	0	0
Asteraceae				
<i>Emilia sonchifolia</i>	0	0	0	0
<i>Eupatorium odoratum</i>	0	0	0	0
<i>Helianthus annuus</i>	0	0	0	0
<i>Mikania</i> sp.	0	0	0	0
<i>Vernonia cinerea</i>	0	0	0	0
Commelinaceae				
<i>Commelina diffusa</i>	0	0	0	0
Convolvulaceae				
<i>Ipomoea batatas</i>	0	4 (0.06)	2 (1.0)	0
<i>Ipomoea tilicea</i>	0	0	0	0
Cucurbitaceae				
<i>Cucurbita moschata</i>	0	0	0	0
<i>Melothria pendula</i>	0	0	0	0
Euphorbiaceae				
<i>Ricinus communis</i>	0	0	0	0
Fabaceae				
<i>Canavalia ensiformis</i>	4 (0.15)	1 (0.02)	0	0
<i>Crotalaria juncea</i>	5 (0.19)	2 (0.03)	0	0
<i>Phaseolus lunatus</i>	0	33 (0.51)	0	0
<i>Phaseolus vulgaris</i>	9 (0.33)	5 (0.08)	0	1 (1.0)
<i>Vigna unguiculata</i>	5 (0.19)	15 (0.23)	0	0
Lamiaceae				
<i>Ocimum basilicum</i>	0	0	0	0
Liliaceae				
<i>Allium cepa</i>	4 (0.15)	1 (0.02)	0	0
Malvaceae				
<i>Gossypium hirsutum</i>	0	0	0	0
Poaceae				
<i>Zea mays</i>	0	1 (0.02)	0	0
Solanaceae				
<i>Solanum lycopersicum</i>	0	3 (0.05)	0	0
<i>Solanum torvum</i>	0	0	0	0
<i>Solanum tuberosum</i>	0	0	0	0
Verbenaceae				
<i>Lantana camara</i>	0	0	0	0

Tabla. 4.2.2 Número (frecuencia) de parasitoides colectados de la familia Eulophidae, subfamilia Entedoninae, en minadores agromícidos por plantas hospederas.

Plantas Hospederas	<i>Chrysocharis</i>	<i>Closterocerus pulcher</i>	<i>Neochrysocharis formosus</i>	<i>Proacrias</i> sp.	<i>Trisecodes agromyzae</i>
Apiaceae					
<i>Coriandrum sativum</i>	0	0	1 (0.004)	0	0
Asteraceae					
<i>Emilia sonchifolia</i>	0	0	0	0	0
<i>Eupatorium odoratum</i>	0	0	0	0	0
<i>Helianthus annuus</i>	1 (0.01)	2 (0.02)	36 (0.135)	0	0
<i>Mikania</i> sp.	2 (0.03)	0	0	0	0
<i>Vernonia cinerea</i>	0	0	0	0	0
Commelinaceae					
<i>Commelina diffusa</i>	32 (0.42)	3 (0.02)	3 (0.011)	0	0
Convolvulaceae					
<i>Ipomoea batatas</i>	2 (0.03)	13 (0.10)	3 (0.011)	4 (0.44)	0
<i>Ipomoea tilicea</i>	1 (0.01)	0	0	0	0
Cucurbitaceae					
<i>Cucurbita moschata</i>	5 (0.06)	1 (0.01)	25 (0.094)	0	0
<i>Melothria pendula</i>	1 (0.01)	0	0	2 (0.22)	0
Euphorbiaceae					
<i>Ricinus communis</i>	0	0	1 (0.004)	0	0
Fabaceae					
<i>Canavalia ensiformis</i>	3 (0.04)	54 (0.44)	24 (0.090)	0	0
<i>Crotalaria juncea</i>	2 (0.03)	9 (0.07)	10 (0.038)	1 (0.11)	0
<i>Phaseolus lunatus</i>	7 (0.09)	12 (0.10)	0	0	4 (0.80)
<i>Phaseolus vulgaris</i>	5 (0.06)	20 (0.16)	119 (0.447)	0	1 (0.20)
<i>Vigna unguiculata</i>	0	6 (0.05)	9 (0.034)	2 (0.22)	0
Lamiaceae					
<i>Ocimum basilicum</i>	9 (0.12)	3 (0.02)	0	0	0
Liliaceae					
<i>Allium cepa</i>	0	0	3 (0.011)	0	0
Malvaceae					
<i>Gossypium hirsutum</i>	0	0	6 (0.023)	0	0
Poaceae					
<i>Zea mays</i>	1 (0.01)	0	16 (0.060)	0	0
Solanaceae					
<i>Solanum lycopersicum</i>	1 (0.01)	1 (0.01)	9 (0.034)	0	0
<i>Solanum torvum</i>	0	0	1 (0.004)	0	0
<i>Solanum tuberosum</i>	5 (0.06)	0	0	0	0
Verbenaceae					
<i>Lantana camara</i>	0	0	0	0	0

Tabla 4.2.3 Número (frecuencia) de parasitoides de la familia Eulophidae, subfamilia Tetrastichinae en minadores agromícidos por plantas hospederas.

Plantas Hospederas	<i>Horismenus metallicus</i>
Apiaceae	
<i>Coriandrum sativum</i>	0
Asteraceae	
<i>Emilia sonchifolia</i>	0
<i>Eupatorium odoratum</i>	0
<i>Helianthus annuus</i>	0
<i>Mikania</i> sp.	0
<i>Vernonia cinerea</i>	0
Commelinaceae	
<i>Commelina diffusa</i>	2 (0.50)
Convolvulaceae	
<i>Ipomoea batatas</i>	0
<i>Ipomoea tilicea</i>	0
Cucurbitaceae	
<i>Cucurbita moschata</i>	0
<i>Melothria pendula</i>	2 (0.50)
Euphorbiaceae	
<i>Ricinus communis</i>	0
Fabaceae	
<i>Canavalia ensiformis</i>	0
<i>Crotalaria juncea</i>	0
<i>Phaseolus lunatus</i>	0
<i>Phaseolus vulgaris</i>	0
<i>Vigna unguiculata</i>	0
Lamiaceae	
<i>Ocimum basilicum</i>	0
Liliaceae	
<i>Allium cepa</i>	0
Malvaceae	
<i>Gossypium hirsutum</i>	0
Poaceae	
<i>Zea mays</i>	0
Solanaceae	
<i>Solanum lycopersicum</i>	0
<i>Solanum torvum</i>	0
<i>Solanum tuberosum</i>	0
Verbenaceae	
<i>Lantana camara</i>	0

Tabla 4.2.4 Número (frecuencia) de parasitoides colectados de la familia Pteromalidae, subfamilia Miscogasterinae, en minadores agromícidos por plantas hospederas.

Plantas Hospederas	<i>Halticoptera</i> sp.
Apiaceae	
<i>Coriandrum sativum</i>	0
Asteraceae	
<i>Emilia sonchifolia</i>	0
<i>Eupatorium odoratum</i>	0
<i>Helianthus annuus</i>	0
<i>Mikania</i> sp.	0
<i>Vernonia cinerea</i>	0
Commelinaceae	
<i>Commelina diffusa</i>	0
Convolvulaceae	
<i>Ipomoea batatas</i>	1 (0.20)
<i>Ipomoea tilicea</i>	0
Cucurbitaceae	
<i>Cucurbita moschata</i>	0
<i>Melothria pendula</i>	0
Euphorbiaceae	
<i>Ricinus communis</i>	0
Fabaceae	
<i>Canavalia ensiformis</i>	0
<i>Crotalaria juncea</i>	0
<i>Phaseolus lunatus</i>	0
<i>Phaseolus vulgaris</i>	0
<i>Vigna unguiculata</i>	1 (0.20)
Lamiaceae	
<i>Ocimum basilicum</i>	0
Liliaceae	
<i>Alliun cepa</i>	0
Malvaceae	
<i>Gossypium hirsutum</i>	0
Poaceae	
<i>Zea mays</i>	3 (0.60)
Solanaceae	
<i>Solanum lycopersicum</i>	0
<i>Solanum torvum</i>	0
<i>Solanum tuberosum</i>	0
Verbenaceae	
<i>Lantana camara</i>	0

Tabla 4.2.5 Número (frecuencia) de parasitoides colectados de la familia Braconidae: Opiinae y Figitidae: Eucoiliinae en minadores agromícidos por plantas hospederas.

Plantas Hospederas	Opius	Ganaspidium	Tropideucolina	Disorygma	Gronotoma
Apiaceae					
<i>Coriandrum sativum</i>	0	0	0	0	0
Asteraceae					
<i>Emilia sonchifolia</i>	11 (0.033)	0	0	0	0
<i>Eupatorium odoratum</i>	4 (0.012)	0	0	0	0
<i>Helianthus annuus</i>	18 (0.054)	0	0	0	0
<i>Mikania</i> sp.	1 (0.003)	0	0	0	0
<i>Vernonia cinerea</i>	4 (0.012)	0	0	0	0
Commelinaceae					
<i>Commelina diffusa</i>	4 (0.012)	1 (0.058)	0	0	0
Convolvulaceae					
<i>Ipomoea batatas</i>	26 (0.079)	0	0	0	0
<i>Ipomoea tilicea</i>	1 (0.003)	0	0	0	0
Cucurbitaceae					
<i>Cucurbita moschata</i>	39 (0.118)	0	0	0	0
<i>Melothria pendula</i>	0	0	0	0	0
Euphorbiaceae					
<i>Ricinus communis</i>	1 (0.003)	0	0	0	0
Fabaceae					
<i>Canavalia ensiformis</i>	13 (0.039)	4 (0.235)	0	0	0
<i>Crotalaria juncea</i>	2 (0.006)	5 (0.294)	0	2 (1)	0
<i>Phaseolus lunatus</i>	1 (0.003)	0	5 (1)	0	0
<i>Phaseolus vulgaris</i>	192 (0.580)	5 (0.294)	0	0	0
<i>Vigna unguiculata</i>	1 (0.003)	1 (0.058)	0	0	0
Lamiaceae					
<i>Ocimum basilicum</i>	0	1 (0.058)	0	0	0
Liliaceae					
<i>Allium cepa</i>	0	0	0	0	0
Malvaceae					
<i>Gossypium hirsutum</i>	4 (0.012)	0	0	0	0
Poaceae					
<i>Zea mays</i>	0	0	0	0	1 (1)
Solanaceae					
<i>Solanum lycopersicum</i>	2 (0.006)	0	0	0	0
<i>Solanum torvum</i>	0	0	0	0	0
<i>Solanum tuberosum</i>	0	0	0	0	0
Verbenaceae					
<i>Lantana camara</i>	7 (0.021)	0	0	0	0

4.3 Distribución de Parasitoides por Planta Hospedera y Familia de Planta

La distribución de parasitoides varía según la planta hospedera. En *H. annuus* y *M. congesta* (asteráceas) los parasitoides más cuantiosos fueron *N. formosa* (63%), *Chrysocharis* (67%) y *Opius* spp. (33%), respectivamente (Figs. 4.3.1 y 4.3.2). En la maleza *C. diffusa* (Commelinaceae), el género *Chrysocharis* fue el más colectado (71%) (Fig. 4.3.3). En el cultivo *Ipomoea batatas* (Convolvulaceae), el género más común fue *Opius* (45%; Fig. 4.3.4), mientras que en *I. tiliacea* se encontró *Opius* y *Chrysocharis* con igual frecuencia (50%; Fig. 4.3.5); sin embargo, *Chrysocharis* fue muy raro en *I. batata* (3%). En *C. moschata* (Cucurbitaceae), el género *Opius* fue más colectado (Fig. 4.3.6); mientras que en *M. pendula* los parasitoides *H. metallicus* y *Poacrias* sp. fueron encontrados con igual frecuencia (Fig. 4.3.7). Por otra parte, en *R. communis* (Euphorbiaceae), *Opius* y *N. formosa* fueron encontrados con igual frecuencia (Fig. 4.3.8). En *C. ensiforme* y *C. juncea* (Fabaceae), *Closterocerus* y *Neochrysocharis* predominaron con 76% y 50% de los especímenes recolectados, respectivamente (Figs. 4.3.9 y 4.3.10); en tanto que *Diglyphus* y *Closterocerus* fueron más numerosos en *P. lunatus* (73%), *Opius* y *Neochrysocharis* en *P. vulgaris* (87%), y *Diglyphus* y *Neochrysocharis* en *V. unguiculata* (60%) (Figs. 4.3.11 y 4.3.13). En la albaca (*O. basilicum*: Lamiaceae), los géneros *Chrysocharis* y *Closterocerus* fueron más frecuente (92%, Fig. 4.3.14). En la cebolla (*A. cepa*: Liliaceae) el parasitoide *D. callichroma* fue el más común (50%), seguido por *N. formosa* (38%, Fig. 4.3.15). En el algodón (Malvaceae) sólo se encontró a *Neochrysocharis* (60%) y *Opius* (40%) (Fig. 4.3.16). Mientras, *Neochrysocharis* dominó en el maíz (73%; *Z. mays*: Poaceae) y en el tomate (56%, *S. lycopersicum*: Solanaceae) (Figs. 4.3.17–4.3.18).

Asteraceae

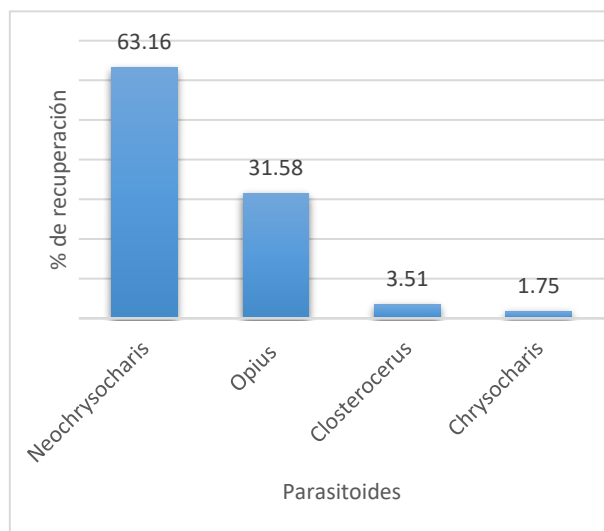


Figura 4.3.1 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en *Helianthus annuus*.

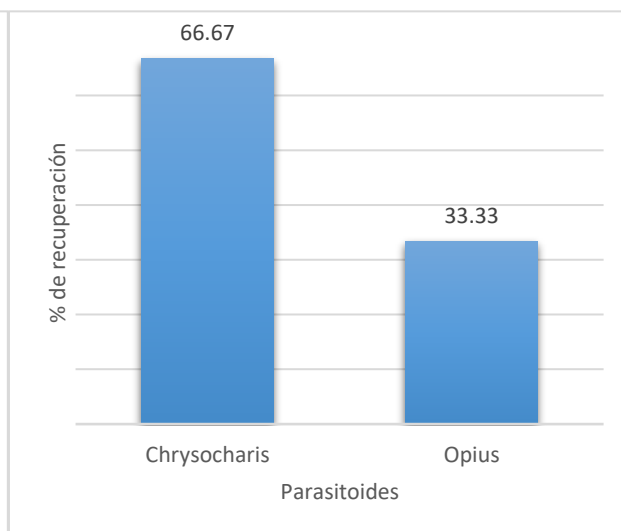


Figura 4.3.2 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en *Mikania congesta*.

Commelinaceae

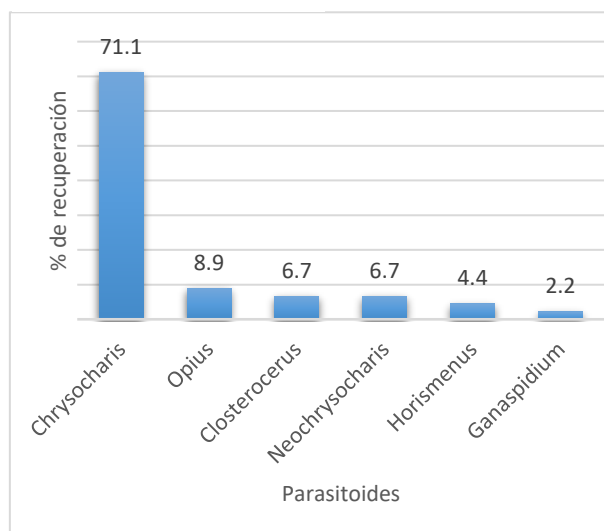


Figura 4.3.3 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en *Commelina diffusa*.

Convolvulaceae

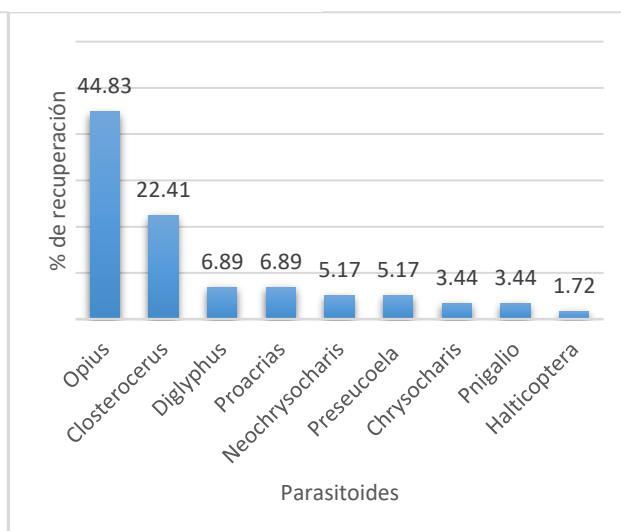


Figura 4.3.4 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en *Ipomoea batatas*.

Convolvulaceae

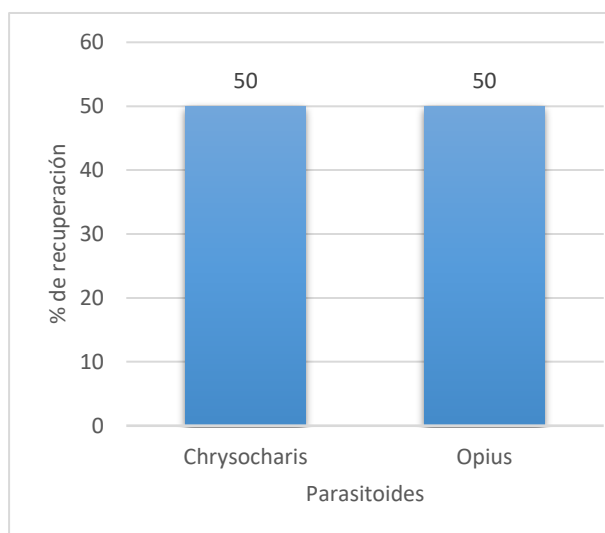


Figura 4.3.5 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en *Ipomoea tiliacea*.

Cucurbitaceae

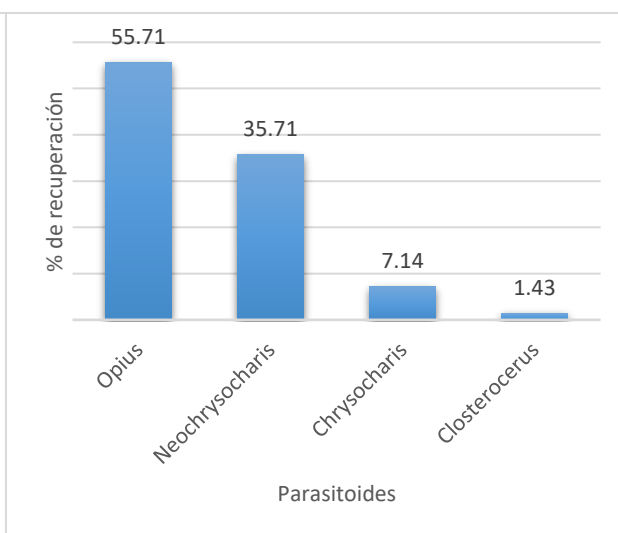


Figura 4.3.6 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en *Cucurbita moschata*.

Cucurbitaceae

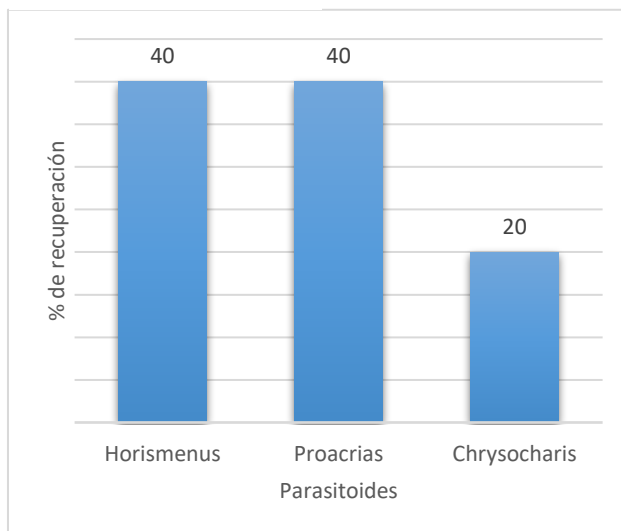


Figura 4.3.7 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en *Melothria pendula*.

Euphorbiaceae

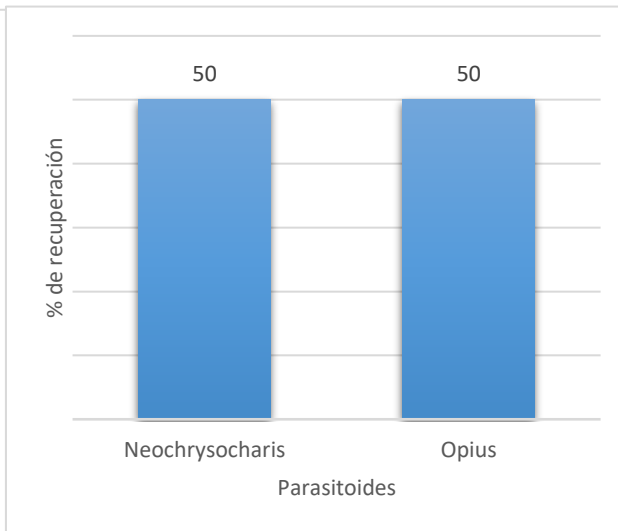


Figura 4.3.8 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en *Ricinus communis*.

Fabaceae

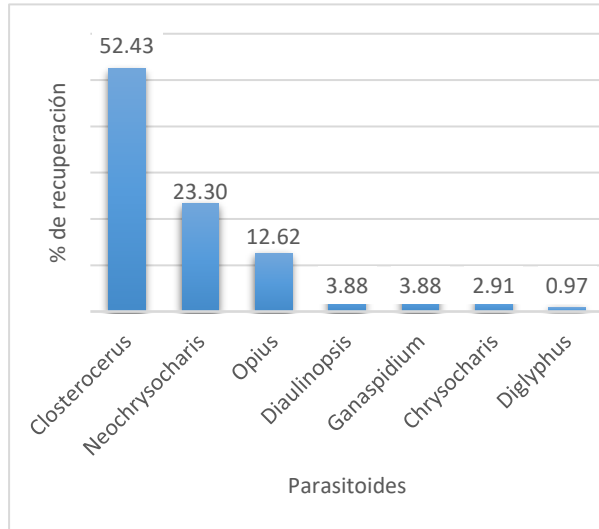


Figura 4.3.9 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en *Canavalia ensiformis*.

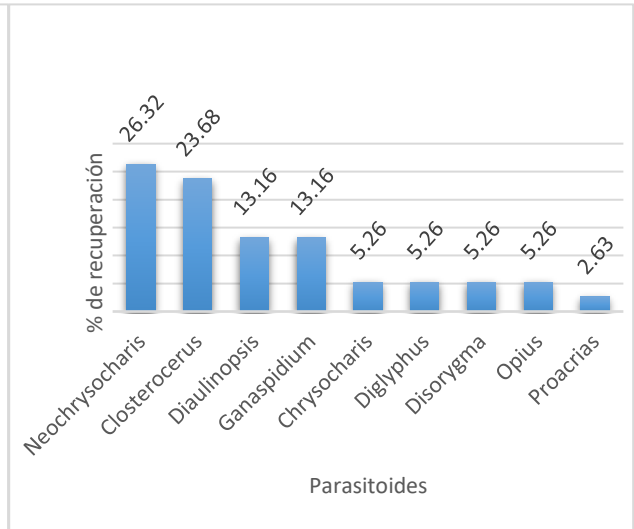


Figura 4.3.10 Distribución de género de parasitoides de minadores agromícidos en *Crotalaria juncea*.

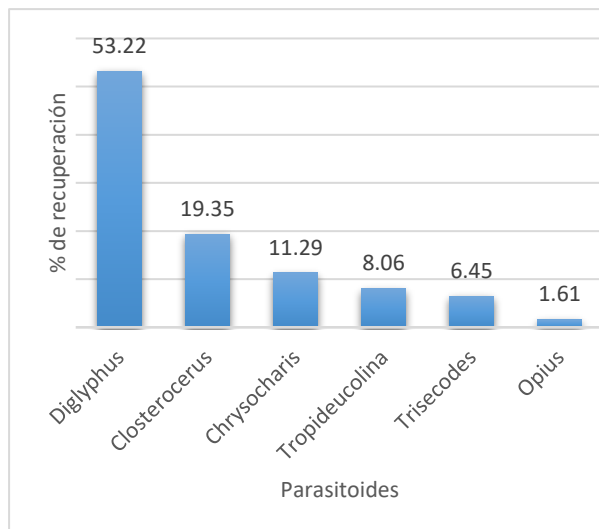


Figura 4.3.11 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en *Phaseolus lunatus*.

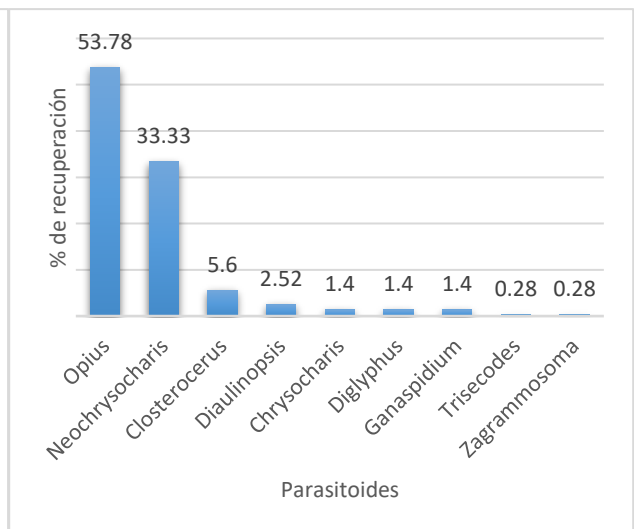


Figura 4.3.12 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en *Phaseolus vulgaris*.

Fabaceae

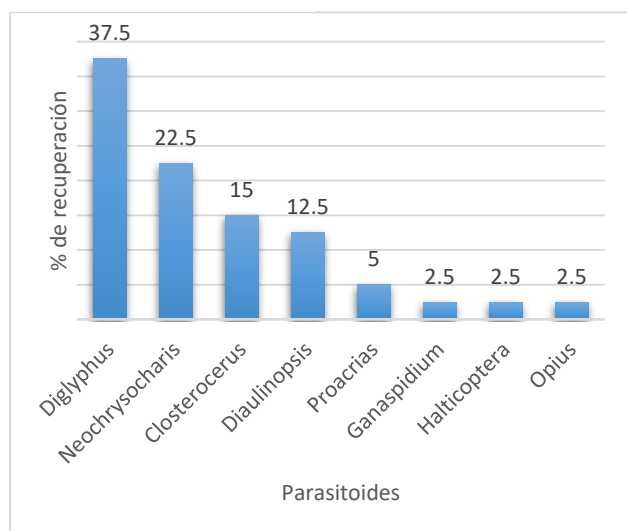


Figura 4.3.13 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en *Vigna unguiculata*.

Lamiaceae

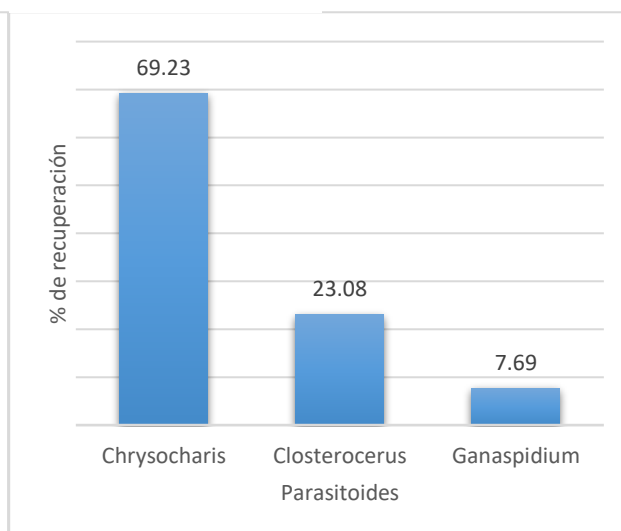


Figura 4.3.14 Distribución de género de parasitoides de minadores agromícidos en *Ocimum basilicum*.

Liliaceae

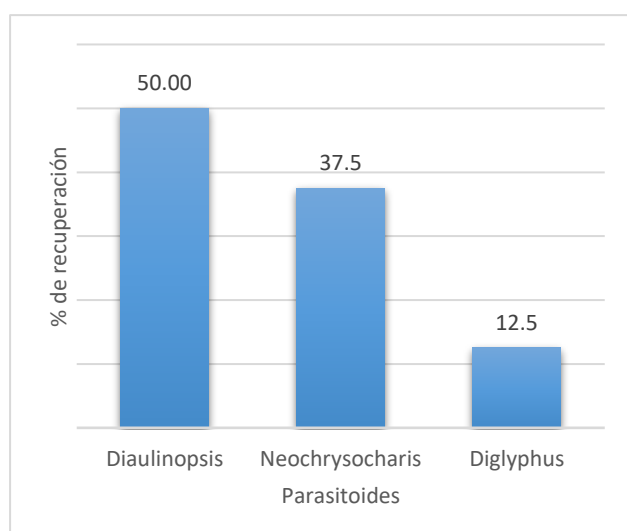


Figura 4.3.15 Distribución de género de parasitoides de minadores agromícidos en *Allium cepa*.

Malvaceae

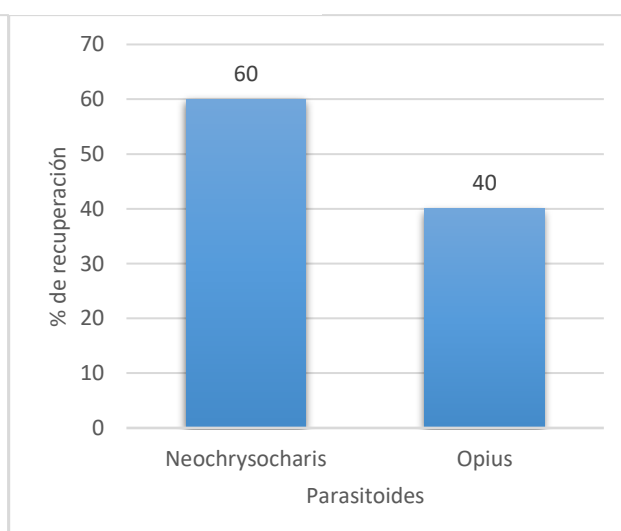


Figura 4.3.16 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en *Gossypium hirsutum*.

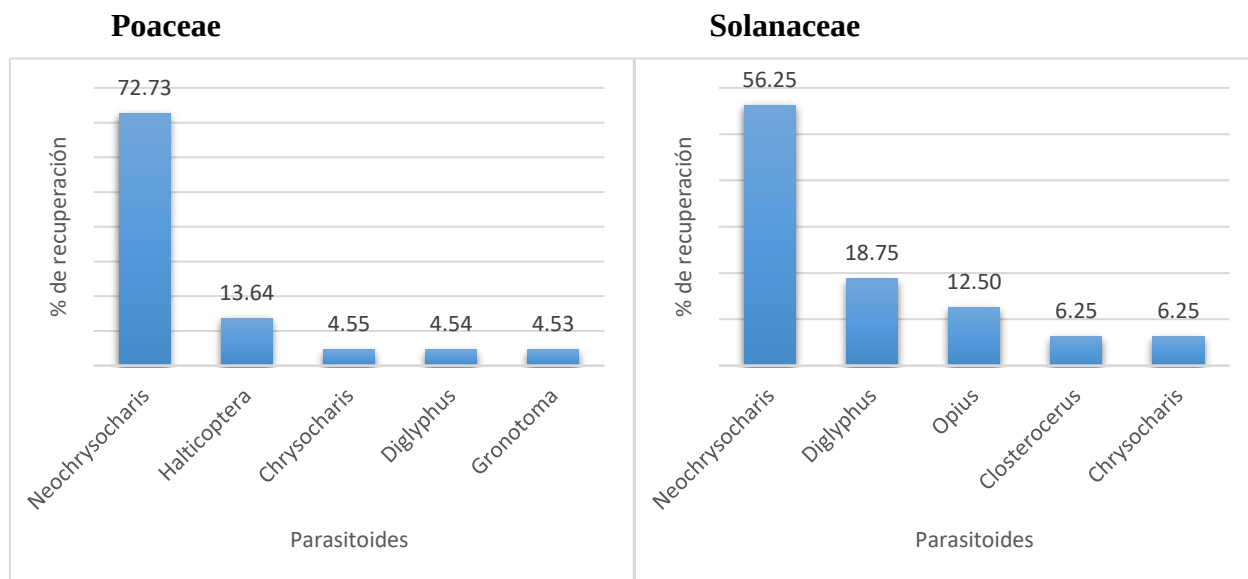


Figura 4.3.17 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en *Zea mays*.

Figura 4.3.18 Distribución de géneros de parasitoides de minadores agromícidos en *Solanum lycopersicum*.

4.4 Géneros, Familias más Frecuentes de Parasitoides y Porciento de Parasitismo por Localidad.

4.4.1 Género de Parasitoides y su Frecuencia.

La distribución de los parasitoides, al igual que el porciento de parasitismo, varía de acuerdo a la localidad y prácticas culturales. En la EEA del municipio de Isabela, *Opius* y *Neochrysocharis* fueron los parasitoides más colectados, con 44% y 38%, respectivamente (Fig.4.4.1). En el municipio de Aguada, se encontraron a los géneros *Chrysocharis* (32%) y *Opius* (32%) en igual cantidad (Fig.4.4.1.2). En Mayagüez (Finca Alzamora-RUM), los parasitoides más frecuente lo fueron *D. insularis* (30%) y *Opius* (22%) (Fig. 4.4.1.3). En la Estación Experimental Agrícola de Lajas se encontraron 11 géneros de parasitoides en los que *C. pulcher* (41%) fue el parasitoide más colectado, aunque especies de *Opius* (20%), *Neochrysocharis* (13%) y *Diglyphus* (12%) sumaron un 45% (Fig.4.4.1.4).

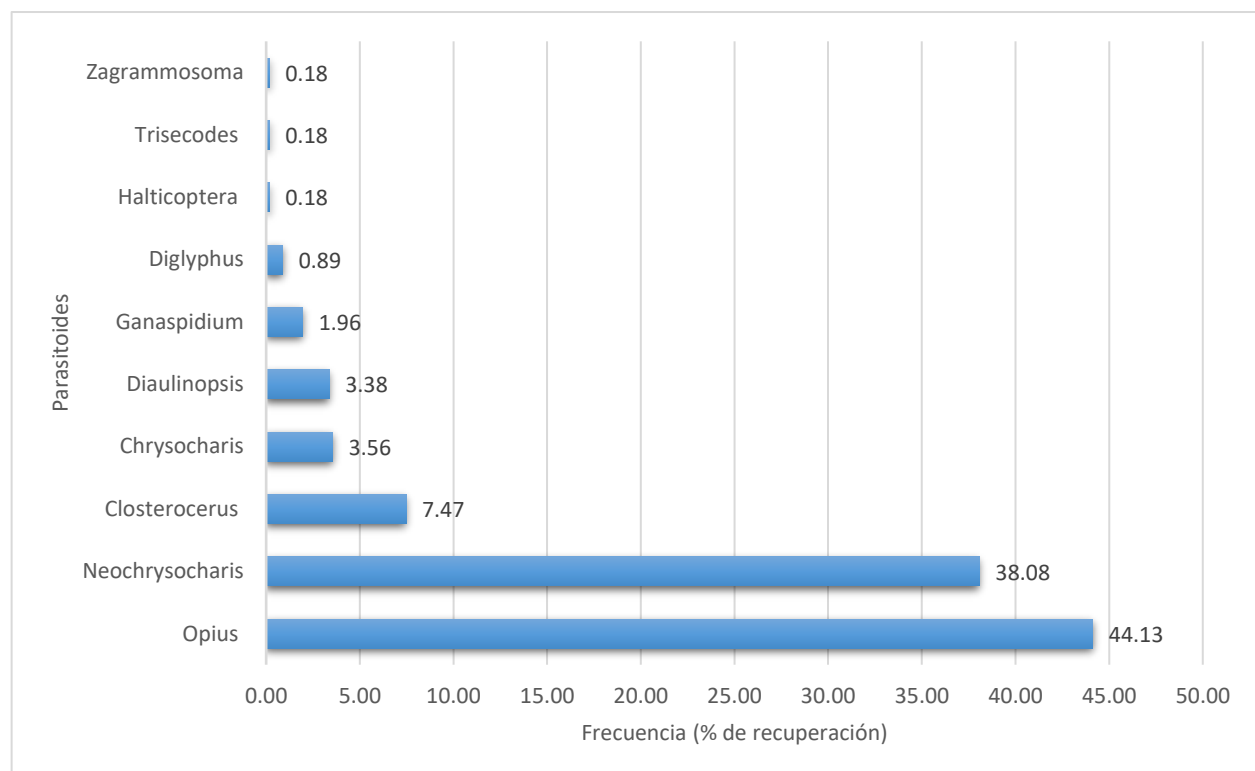


Fig. 4.4.1.1 Géneros de parasitoides identificados en la EEA de Isabela, P.R.

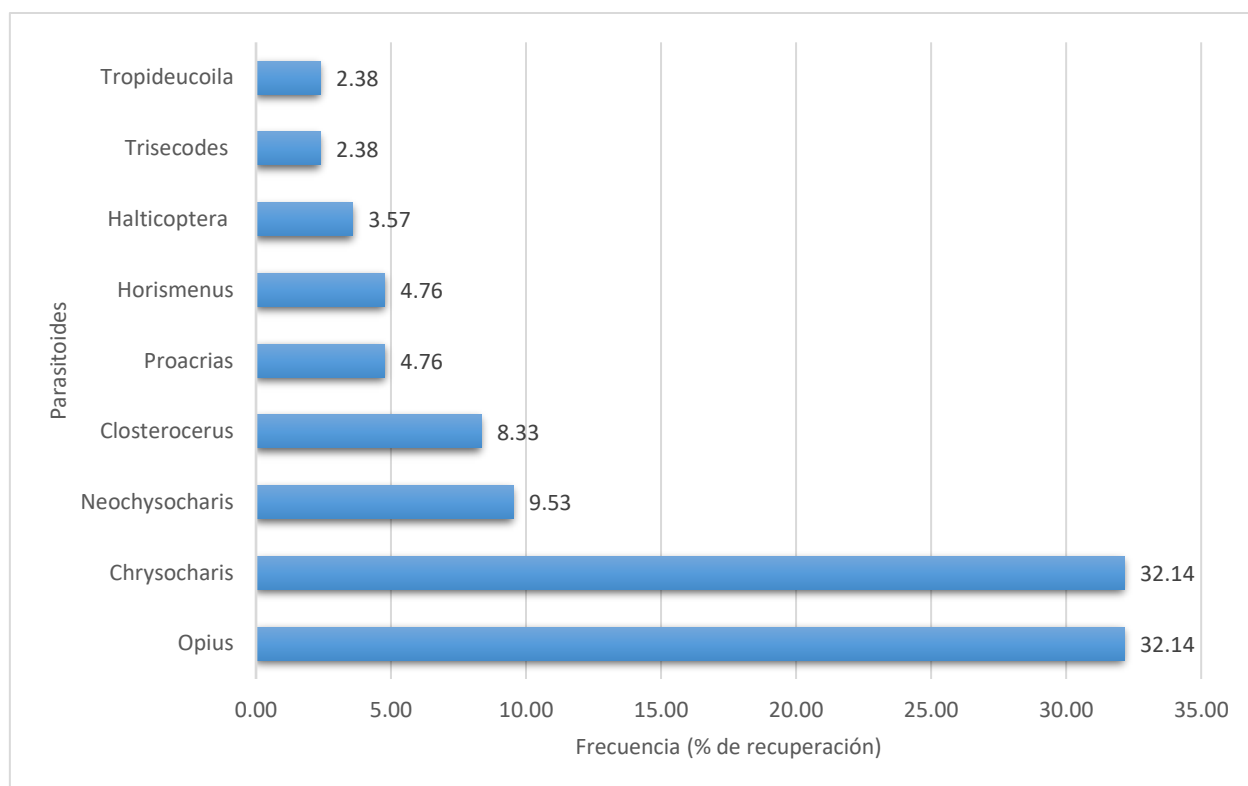


Fig. 4.4.1.2 Géneros de parasitoides identificados en el municipio de Aguada, P.R.

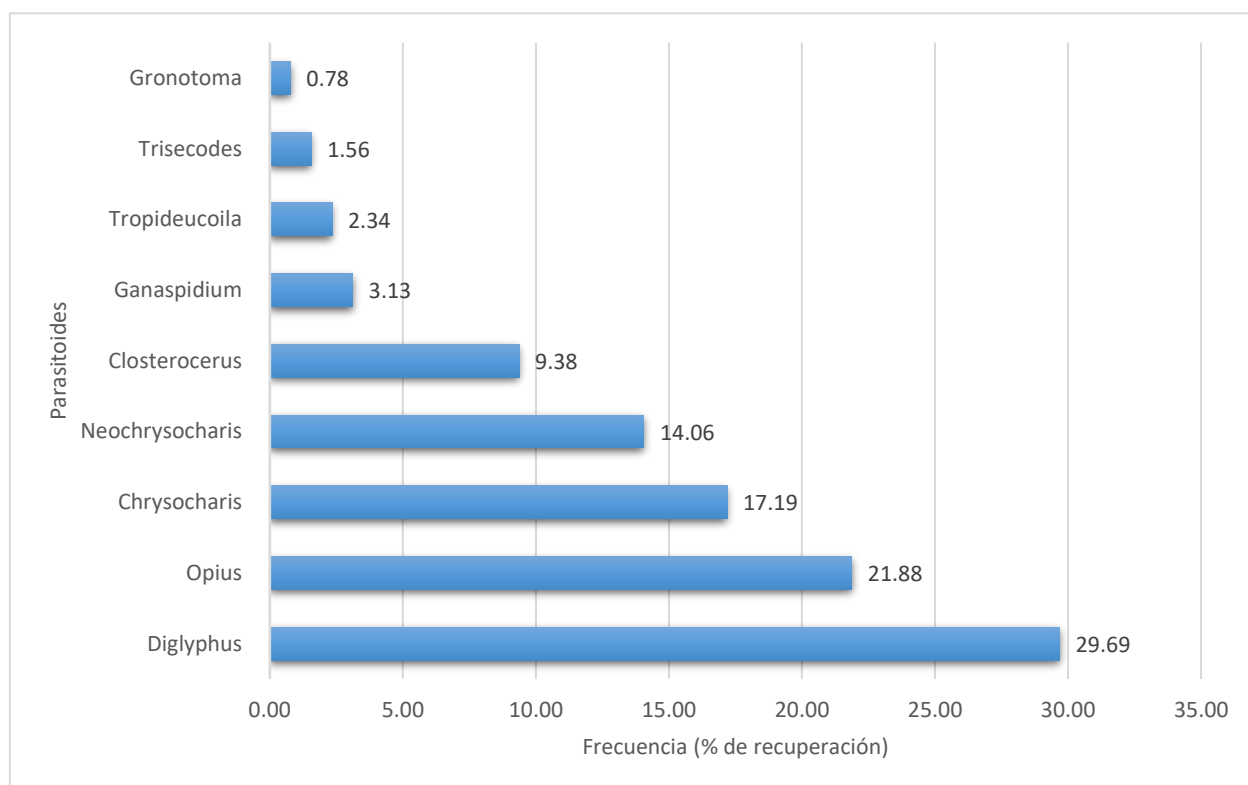


Fig. 4.4.1.3 Géneros de parasitoides identificados en la Finca Alzamora Mayaguez, P.R.

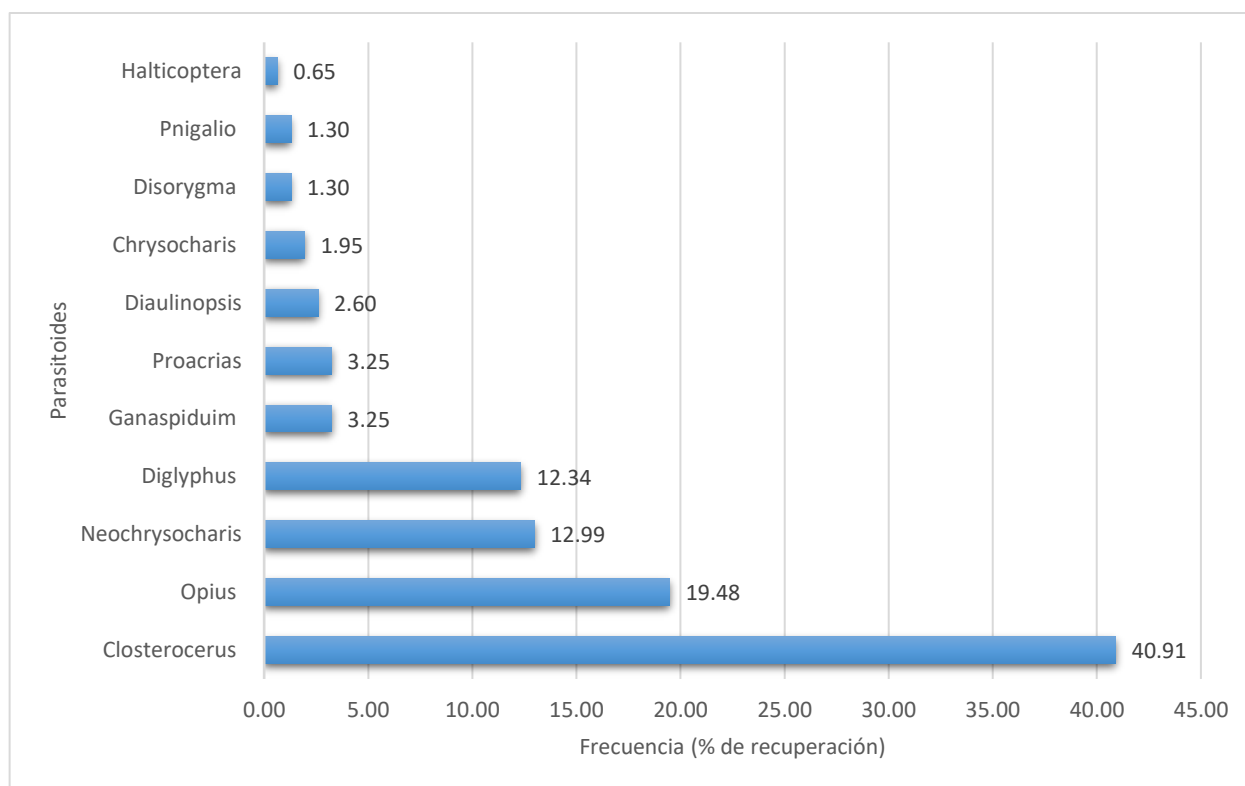


Fig. 4.4.1.4 Géneros de parasitoides identificados en la EEA de Lajas, P.R.

4.4.2 Familias de Parasitoides más Frecuentes

En general, los parasitoides pertenecientes a la familia Eulophidae fueron, en conjunto, los más frecuentes en todas las localidades (Isabela-53%, Aguada-58%, Mayagüez-67%, Lajas-69%; Figs. 4.4.2.1 – 4.4.2.4); sin embargo, el género *Opius*, familia Braconidae, se encontró consistentemente como uno de los géneros más frecuentes en su caracter individual (18%-44%). Las familias Figitidae (Eucoiliinae) y Pteromalidae se mantuvieron en niveles bajos (aprox. 3%-11% en conjunto); los figítidos eucoílinos alcanzaron su nivel más alto (8%) en Mayagüez (Finca Alzamora-RUM, Fig. 4.4.2.3), mientras que los pteromálidos lo hicieron en la EEA de Lajas (6.5%, Fig. 4.4.2.4).

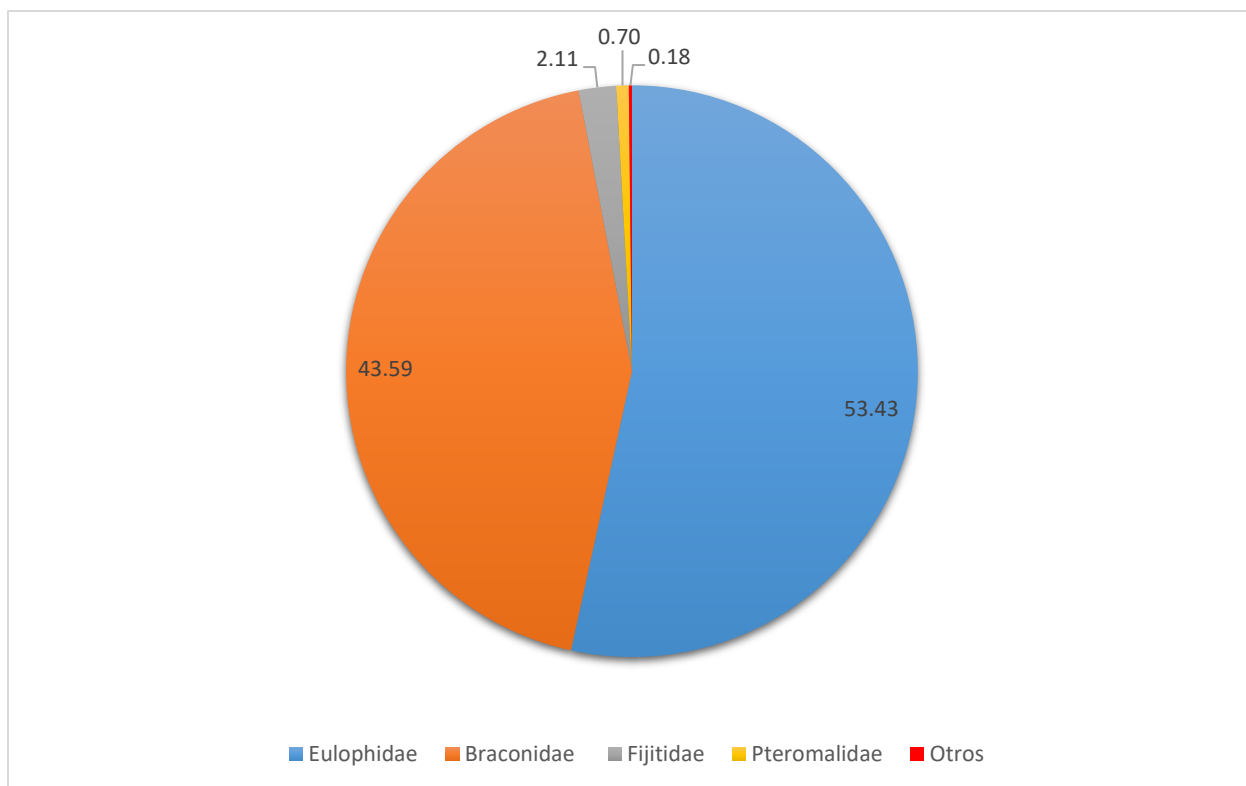


Fig. 4.4.2.1 Familias de parasitoides más frecuente en la EEA de Isabela, P.R

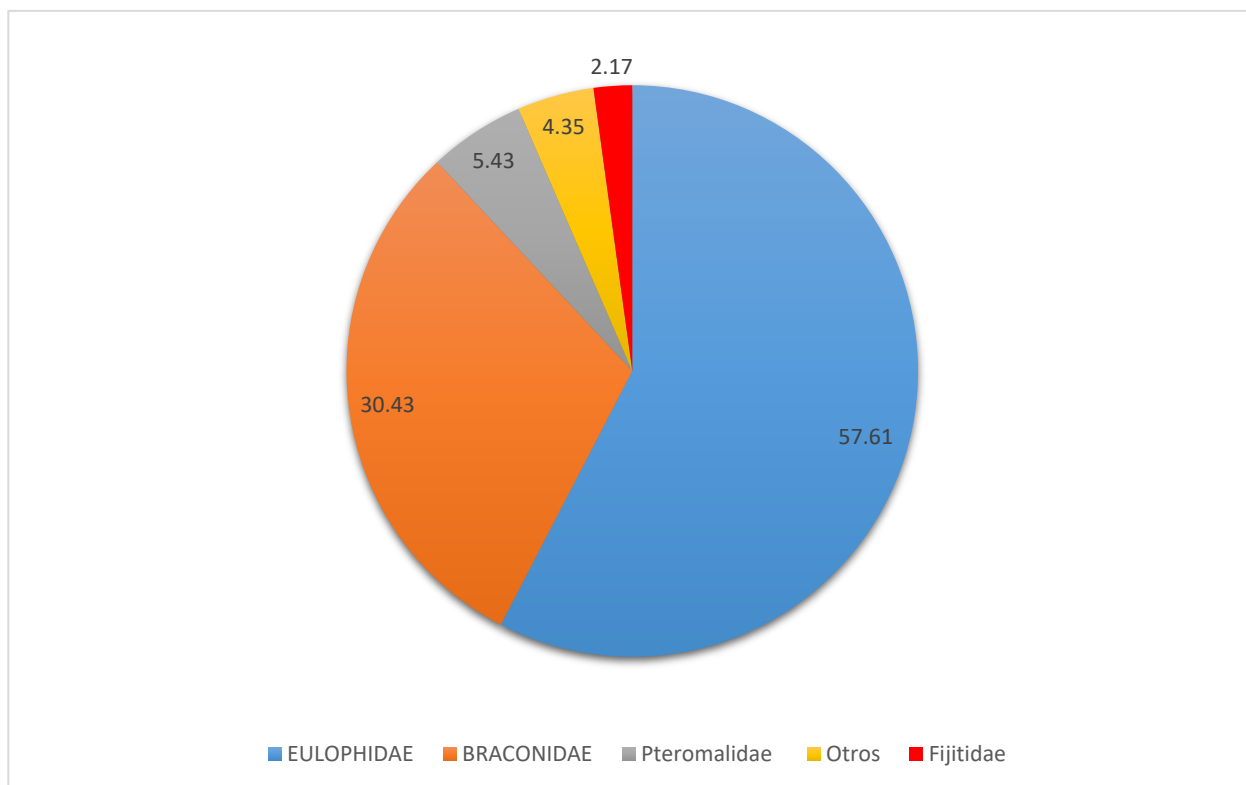


Fig. 4.4.2.2 Familias de parasitoides más frecuente en Aguada, P.R.

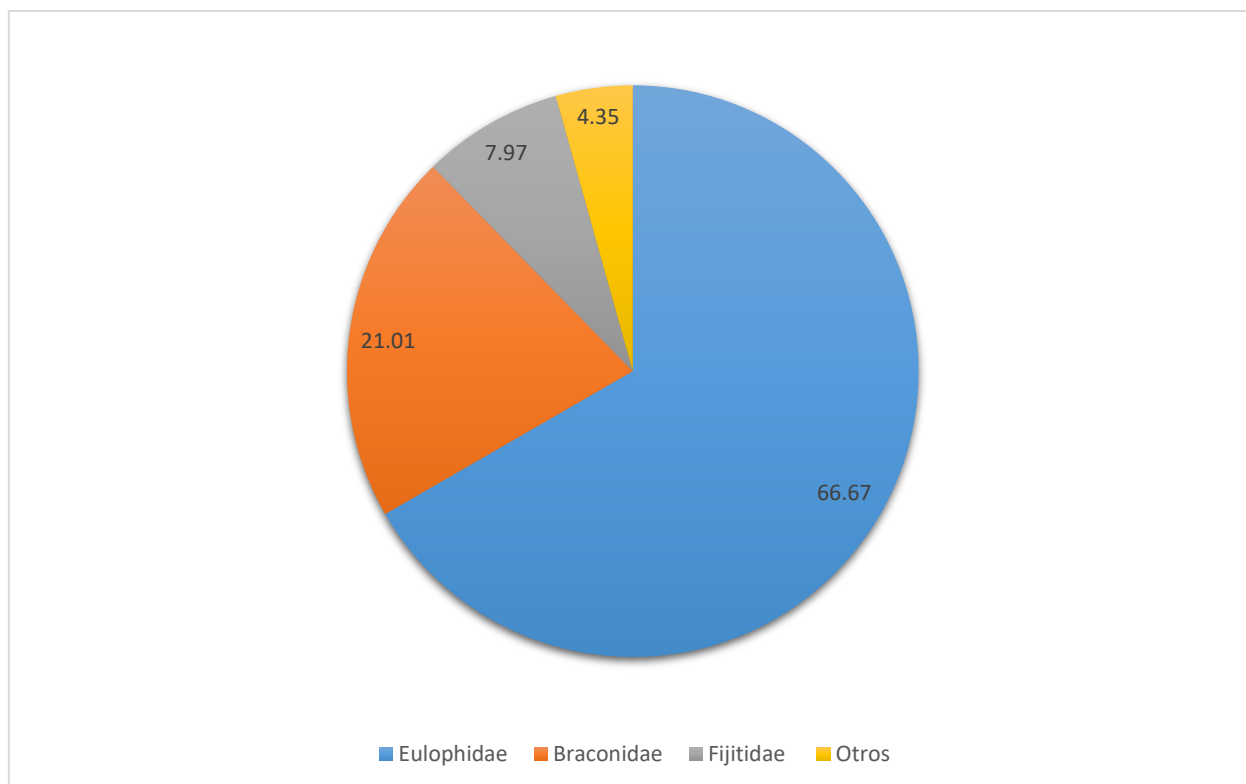


Fig. 4.4.2.3 Familias de parasitoides más frecuente en la Finca Alzamora, Mayagüez P.R

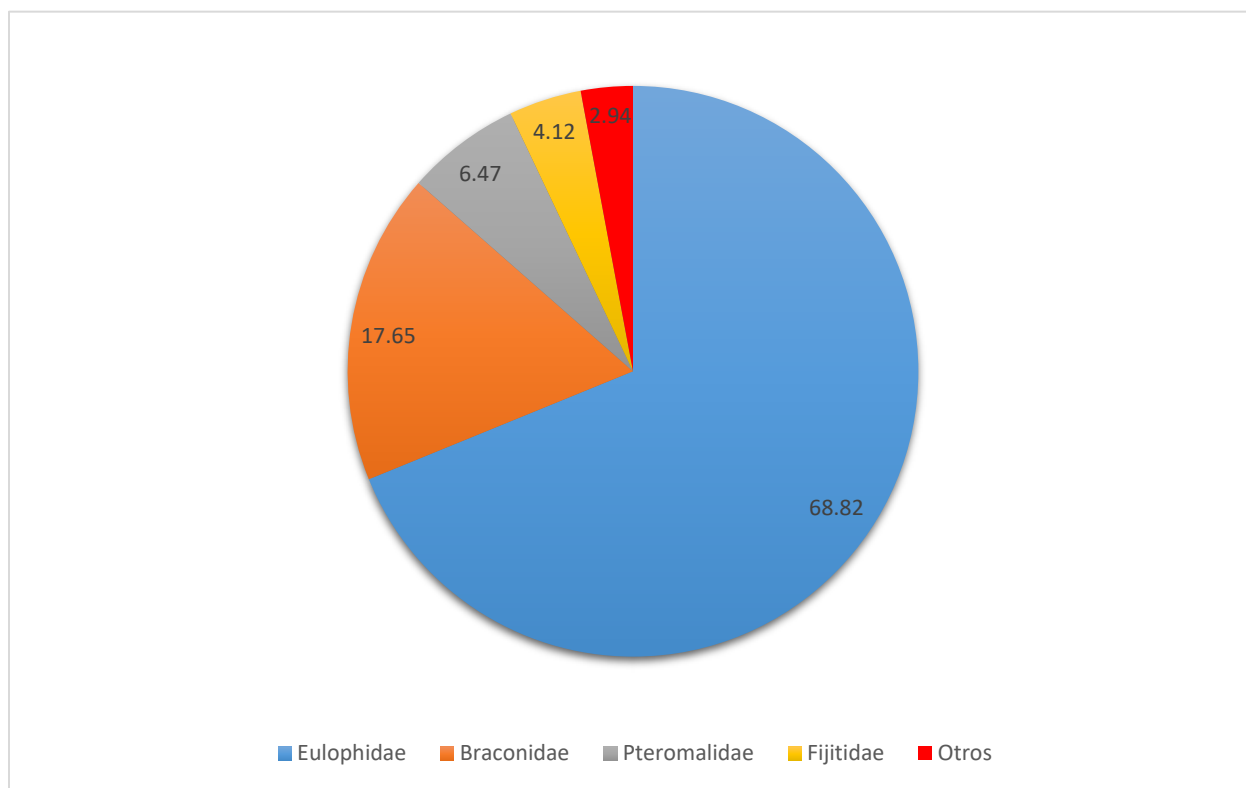


Fig. 4.4.2.4 Familias de parasitoides más frecuente en la EEA de Lajas, P.R.

4.4.3 Porciento de Parasitismo

El porciento de parasitismo en la Estación Experimental Agrícola de Isabela, fue mayor en *C. ensiforme*, con aproximadamente un 70% (Fig. 4.4.3.1). En el municipio de Mayagüez (Finca Alzamora-RUM), el parasitismo fue de aproximadamente un 45% para los cultivos *S. lycopersicum* y *P. lunatus* (Fig. 4.4.3.2), pero en *C. moschata* y la maleza *R. communis* el parasitismo alcanzó el 100%. En la Estación Experimental Agrícola de Lajas, el parasitismo más alto fue en *V. unguiculata* con más de 70%; en esta localidad también el parasitismo fue de aproximadamente 65% en las plantas cobertoras *C. ensiforme* y *C. juncea* (Fig. 4.4.3.3).

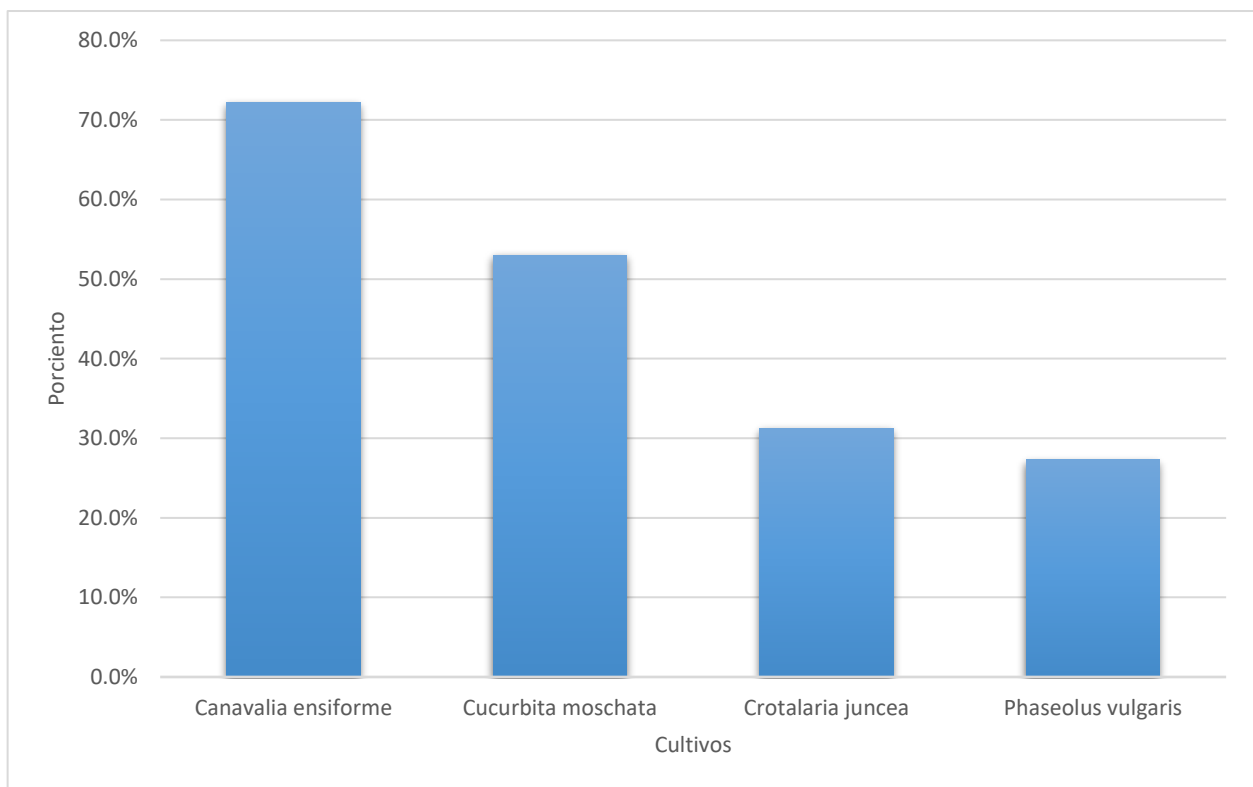


Fig. 4.4.3.1 Porciento de parasitismo en varios cultivos en la EEA de Isabela, P.R.

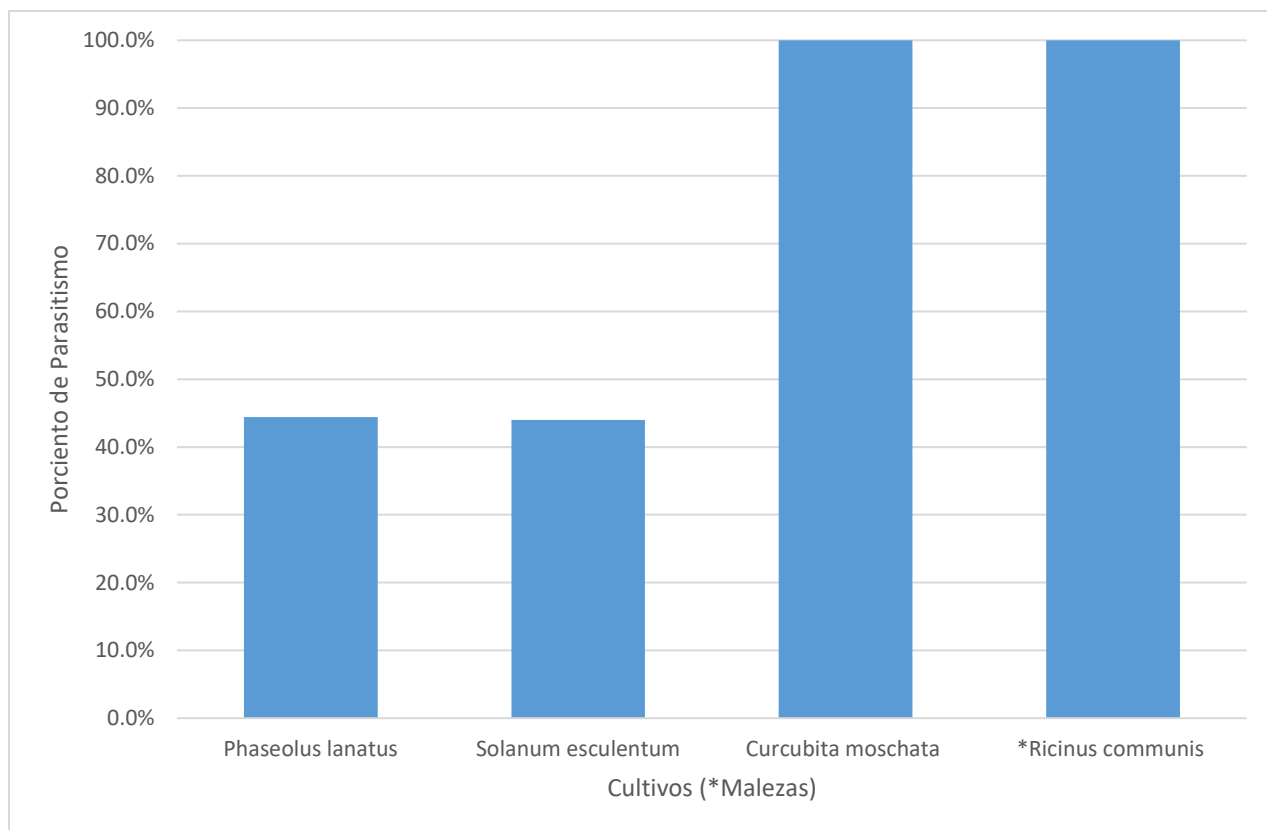


Fig 4.4.3.2 Porcentaje de parasitismo en varios cultivos y malezas* en Mayagüez P.R.

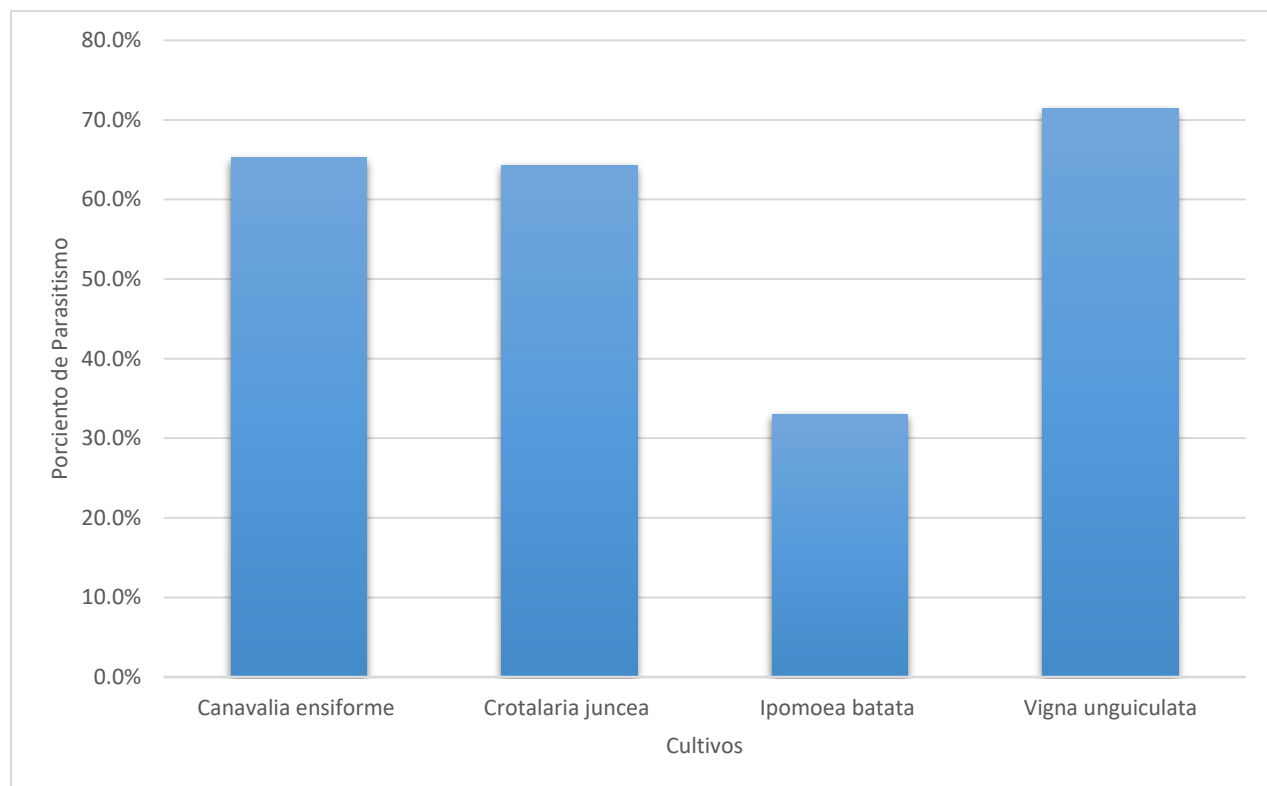


Fig 4.4.3.3 Porcentaje de parasitismo en varios cultivos en la EEA de Lajas, P.R.

CAPÍTULO 5 – DISCUSIÓN

5.1 Taxonomía de Parasitoides de Minadores Agromícidos: Relación Tritrófica: Planta – Minador – Parasitoide.

El parasitoide *Chrysocharis vonones* se caracteriza por ser endoparasitoide solitario de larvas de minadores agromícidos (Cave, 1995). En el presente estudio esta especie se encontró parasitando a minadores agromícidos en varias plantas. No obstante, ésta se encontró con mayor frecuencia en muestras de plantas de *Commelina diffusa* (Commelinaceae) atacadas por *Liriomyza commelinae* y en *Mikania congesta* (Asteraceae) atacada por *Calycomyza* sp. y *Nemorimyza maculosa* (González, 2016). Este parasitoide ha sido informado asociado a las familias de plantas Asteraceae y Solanácea y a los hospederos agromícidos *Liriomyza* y *Calycomyza* (Salvo *et al.*, 1997). Según Noyes (2010), *C. vonones* y otra especie relacionada, *C. ignota*, están asociadas a minadores del género *Liriomyza* que atacan plantas asteráceas. En este estudio, *C. vonones* se encontró en varias familias de plantas (Asteraceae, Commelinaceae, Convolvulaceae, Curcubitaceae y Fabaceae), y a *C. ignota* asociada a las familias Commelinaceae, Convolvulaceae, Curcubitaceae, Fabaceae y Lamiaceae). Ambas especies se observaron atacando a varios minadores agromícidos (Apéndice 3).

El endoparasitoide larval *Closterocerus pulcher* ha sido informado atacando minadores agromícidos del género *Liriomyza* en Estados Unidos, Honduras y Costa Rica (Cave, 1995; Noyes, 2010) y en el Neotrópico (Schoeninger *et al.*, 2014). No obstante, en Puerto Rico se encontró asociado a los hospederos agromícidos: *Liriomyza sativae*, *L. trifolii*, *L. commelinae*, *O. phaseoloides*, *Calycomyza hyptidis*, *C. ipomaeae*, y *N. maculosa* (González, 2016), en plantas de las familias Asteraceae, Commelinaceae, Convolvulaceae, Solanaceae, Fabaceae y Lamiaceae. No obstante, se encontró con más frecuencia en la familia Fabaceae, atacando a *L. sativae*, *L. trifolii*

y *Ophiomyia phaseoloides* y en la familia Lamiaceae parasitando a *C. hyptidis* (Apéndice 3). En la familia Fabaceae, *C. pulcher* fue más abundante en *C. ensiforme*, donde causó un porcentaje de parasitismo mayor de 70% sobre *L. sativae* en la Estación Experimental Agrícola de Isabela y Lajas, siendo el parasitoide más común en esta última.

La especie *Diaulinopsis callichroma* es considerado un endoparasitoide larval en instares tardíos de minadores agromícidos (Neuenschwander *et al.*, 1987). Ésta posee una amplia distribución en el Neotrópico y Estados Unidos, en donde se ha informado atacando agromícidos en los géneros *Liriomyza*, *Cerodontha*, *Agromyza* y *Phytobia*, asociado a plantas en las familias Asteraceae, Cucurbitaceae y Fabaceae (Noyes, 2010). En este estudio, *D. callichroma* se encontró asociado a plantas de la familia Liliaceae (*Allium cepa*) parasitando a *L. trifolii* y en plantas de la familia Fabaceae, parasitando a *L. sativae* y *L. trifolii* (Apéndice 3).

El ectoparasitoide larval *Diglyphus insularis* se ha informado parasitando a minadores agromícidos en los géneros *Liriomyza*, *Agromyza* y *Japanagromyza* en Brazil, Venezuela (Noyes, 2010) y Puerto Rico (Gahan, 1914). En este estudio, *D. insularis* fue encontrado atacando a *C. ipomaeae*, *L. sativae*, *L. trifolii*, *O. phaseoloides* y *A. parvicornis* en plantas de las familias Convolvulaceae, Fabaceae, Liliaceae, Poaceae y Solanaceae (Apéndice 3). Sin embargo, *D. insularis* fue más abundante en plantas de las familias Fabaceae y Solanaceae: en la familia Fabaceae parasitando a *L. sativae*, *L. trifolii* y *O. phaseoloides*, y en la familia Solanaceae a *L. sativae*. En la familia Fabaceae fue más abundante en *P. lunatus* sobre *O. phaseoloides* y en *Vigna unguiculata* sobre *L. sativae*, en las que causó más de 50% de parasitismo. En *S. lycopersicum* se encontró parasitando a *L. sativae* (Apéndice 3). No se encontró en la literatura informes sobre las especies de plantas asociadas a este parasitoide.

El parasitoide *Horismenus metallicus* sólo fue colectado en el Barrio Cerro Gordo de Aguada, en *Melothria pendula*, atacando a *L. schimdti*, y en *C. diffusa*, atacando a *L. commelinae* (Apéndice 3). Esta especie está informada como un hiperparasitoide de himenópteros de la familia Braconidae (Noyes, 2010). No obstante, se deben realizar nuevos estudios para confirmar la relación de esta especie con los minadores agromícidos.

La especie *Neochrysocharis formosa* (Westwood, 1833) es endoparasitoide de larvas agromícidas en el 2 y 3 instar (Hernández *et al.*, 2011), se encontró en mayor cantidad en la Estación Experimental Agrícola de Isabela, pero, fue una de las especies más frecuente en la mayoría de las familias de plantas estudiadas, atacando a varias especies de minadores agromícidos. Según la “Universal Chalcidoidea Database”, esta especie ha sido informada atacando a minadores agromícidos en los géneros *Liriomyza* y *Phytomyza* asociados a varias familias de plantas, principalmente Asteraceae y Fabaceae a nivel mundial (Noyes, 2016).

En este estudio, *N. formosa* se colectó con mayor frecuencia en las familias de plantas Asteraceae (*H. annuus*), Euphorbiaceae (*R. communis*), Fabaceae (*C. juncea*), Poaceae (*Z. mays*) y Solanaceae (*S. lycopersicum*), y en los agromícidos *Calycomyza* sp., *N. maculosa*, *L. trifolii*, *L. sativae* y *A. parvicornis* (Apéndice 3), hospederos agromícidos informados por González (2016).

Varios estudios sobre *N. formosa* lo ubican como el parasitoide de mayor frecuencia atacando a las especies *L. trifolii* y *L. sativae* (Arakaki *et al.*, 1998; González, 2016; Hernández *et al.*, 2009). Además, esta especie se ha informado como hiperparasitoide del parasitoide primario *D. isaea* (Ozawa *et al.*, 2002). Por ende, se debe investigar más la relación trófica de este himenóptero en Puerto Rico.

El género *Pnigalio* Schrank posee muchas especies ectoparasitoides (Ateyyat, 2002). Este género sólo fue colectado en la Estación Experimental Agrícola de Lajas en el cultivo de *I. batatas* (Convolvulaceae), probablemente atacando al agromícido *C. ipomaeae*. Sólo dos especímenes de este género fueron colectados en dicha localidad. En la literatura, *P. coloni* ha sido informado como parasitoide de *Japanagromyza salicifoli* (Cikman *et al.*, 2011; Yoshimoto, 1983) y *P. soemius* como parasitoide de *Agromyza* sp. (Çikman, 2005; Gebiola *et al.*, 2012). Es posible que la especie en Puerto Rico sea una diferente a estas dos.

Zagrammosoma americanum es un parasitoide polífago de larvas agromícidas, especie de la que se conoce poco sobre su biología (Cave, 1995). Se encontró en *L. sativae*, atacando a *P. vulgaris* (Fabaceae) en la Estación Experimental Agrícola de Isabela. Se colectó sólo un espécimen en dicha localidad. Esta especie se ha informado parasitando a minadores agromícidos en *L. sativae* y *L. trifolii* (Gordh, 1978). No se encontró información sobre las especies de plantas en la que este parasitoide ocurre. Por tal razón, se deben realizar más estudios para determinar la relación trófica de esta especie de parasitoide.

El género *Poacrias* consta de cuatro especies, todas descritas para el Neotrópico (Fisher *et al.*, 2005). Este género se encontró asociado a plantas en las familias Convolvulaceae (*I. batatas*), Curcubitaceae (*M. pendula*), Fabaceae (*C. juncea* y *V. unguiculata*). Es probable que *Poacrias* se encontrara parasitando a los minadores agromícidos *C. ipomaeae*, *L. schimidti*, *L. trifolii* y *L. sativae* (Apéndice 3). Varias especies de *Poacrias* se han encontrado asociadas a minadores en los órdenes Lepidóptera y Díptera. No obstante, las especies *P. thysanoides* y *P. xenodice* se han encontrado parasitando larvas de minadores agromícidos (Fisher *et al.*, 2005). Por lo tanto, estudios futuros podrían determinar las especies presentes en Puerto Rico y sus relaciones tróficas.

El parasitoide larval *Trisecodes agromyzae* es un nuevo género monoespecífico informado únicamente en el Neotrópico (Gumovsky, 2014). Este se colectó solamente en plantas de la familia Fabaceae, en *P. lunatus* y *P. vulgaris*, posiblemente parasitando a los agromícidos *O. phaseoloides* y *L. sativae* (Apéndice 3), en las municipalidades de Isabela, Mayagüez y Aguada. Esta última localidad fue la de mayor abundancia. En otros países, *T. agromyzae* ha sido informado asociado a las familias de plantas Bignoniaceae, Fabaceae, Malvaceae, Thymeleaceae y Tiliaceae, en los hospederos agromícidos *Liriomyza*, *Calycomyza* y *Nesomyza* (Delvare *et al.*, 2000). El hospedero agromícido *O. phaseoloides* se constituye en un nuevo informe para esta especie. *Trisecodes agromyzae* es un parasitoide polífago por lo que su gama de hospederos debe ser mayor en Puerto Rico.

El parasitoide *Opius dissitus* es considerado un endoparasitoide solitario, larva-pupa, de minadores agromícidos en las especies *L. sativae*, *L. trifolii* y *L. huidobrensis* (Li *et al.*, 2014). Esta especie se colectó en plantas en las familias Asteraceae (*H. annuus* y *M. congesta*), Commelinaceae (*C. diffusa*), Convolvulaceae (*I. batatas* y *I. tiliácea*), Curcubitaceae (*C. moschata*), Euphorbiaceae (*R. communis*), Fabaceae (*C. ensiformis*, *C. juncea*, *P. lunatus*, *P. vulgaris* y *V. Unguiculata*), Malvaceae (*G. hirsutum*) y Solanaceae (*S. lycopersicum*). Probablemente atacando a los minadores agromícidos *Calycomyza* sp., *N. maculosa*, *C. mikaniae*, *L. commelinae*, *L. sativae*, *C. ipomaeae*, *L. trifolii* y *O. phaseoloides*. No obstante, éste no fue colectado en las plantas de *O. basilicum* (Lamiaceae), donde se identificó al agromícido *Calycomyza. hyptidis* (Apéndice 3).

Las especies *O. dissitus* y *O. insularis*, al igual que *N. formosa*, fueron los parasitoides de mayor frecuencia, colectados en la mayoría de las plantas y localidades. Sin embargo, *O. dissitus* fue más colectado en el municipio de Isabela, en plantas de *P. vulgaris* (Fabaceae) donde fue

identificado el agromícido *L. sativae*. Por otro lado, el parasitoide *O. insularis* fue más frecuente en el Barrio Cerro Gordo de Aguada en las malezas *E. fosbergii* y *E. sonchifolia*. El género *Opius* fue uno de los de mayor distribución; por lo tanto, debe ser considerado un control natural de importancia contra minadores agromícidos. Además, éste fue colectado en fincas donde el uso de agroquímicos es frecuente, posiblemente mostrando cierta resintencia a éstos.

Los parasitoides figítidos y eucoilinos: *Ganaspidium* sp., *Tropideucoila* sp., *Gronotoma* sp., y *Disorygma pacifica*, fueron colectados con menor frecuencia en comparación con las otras familias. Las especies del género *Ganaspidium*, parasitodes larva–pupa de agromícidos, han sido informadas atacando varias especies de *Liriomyza*, atacando, a su vez, especies de plantas en la familia Asteraceae. El género tiene amplia distribución en zonas templadas; en el Neotrópico ha sido informado sólo en Chile y Costa Rica (Buffington, 2010) y en Honduras (Cave, 1995). No obstante, en este estudio fue colectado en plantas de *C. diffusa* atacando a *L. commelinae*, en las plantas fabáceas *C. ensiformis*, *C. juncea*, *P. vulgaris*, *V. unguiculata* parasitando a *L. sativae* y *L. trifolii*, y en *O. basilicum* atacando al agromícido *C. hyptidis* (Apéndice 3). Sin embargo, en este estudio *Ganaspidium* no fue colectado en plantas de la familia Asteraceae. En Puerto Rico, éste es el primer informe de este género, el cual se colectó en las localidades de Isabela, Mayagüez y Lajas, siendo más frecuente en los municipios de Mayagüez y Lajas.

El género *Tropideucoila* fue colectado en las municipalidades de Aguada y Mayagüez sólo en plantas de *P. lunatus* en donde fue identificado el agromícido *O. phaseoloides* (Apéndice 3). Según, Buffington *et al.*, 2013, las especies del género *Tropideucoila* debieron especializarse en atacar larvas de minadores agromícidos. Sin embargo, en la literatura no se encuentran informes sobre qué hospederos agromícidos son atacados ni sobre las familias de plantas con las cuales se

encuentran asociadas. Por lo tanto, este informe comprueba que *Tropideucoila* guarda relación con minadores agromícidos, en particular con *O. phaseoloides* en la planta *P. lunatus*.

El género *Gronotoma*, parasitoide larval–pupa (Abe, 2001), sólo fue colectado en la municipalidad de Mayagüez en plantas de *Z. mays* posiblemente parasitando al agromícido *A. parvicornis* y/o *Liriomyza marginalis* (Apéndice 3). Este hallazgo representa el primer informe de este género en Puerto Rico en este hospedero. En Florida (EUA), Sivapragasam et al., (1999) lo informaron parasitando a minadores agromícidos en el género *Liriomyza*, atacando a *V. sesquipedalis*. Sin embargo, de acuerdo con Buffington, (2002) este parasitoide es más común en Australia, Asia, el Paleártico, el Neártico y regiones tropicales de África. Es posible que las especies de este género estén mejor adaptadas a climas templados por lo que su ocurrencia en el trópico será muy limitada.

El parasitoide larva–pupa *Disorygma pacifica* ha sido informado en Honduras, Texas, México y Hawai (Cave, 1995). En este estudio se colectó únicamente en el municipio de Lajas, en plantas de *C. juncea* atacadas por *L. triifoli* (Apéndice 3). Esta especie ha sido informada parasitando a los agromícidos *L. pusilla*, *L. sativae*, *L. trifolii* (Abe, 2004; Buffington, 2010; Cave, 1995). Es aparente que este parasitoide se especializa en especies del género *Liriomyza*.

Las especies del género *Halticoptera*, parasitoides larva–pupa, están asociadas a minadores agromícidos tales como: *L. commelinae* (Quispe et al., 2015), *L. trifolii* y *L. bryoniae* (Aamer et al., 2014) y *L. huidobrensis* (Mexia et al., 2004). Este género fue colectado en las EEA de Isabela y Lajas, y en el Barrio Cerro Gordo de Aguada, en donde se encontró con mayor frecuencia. Se encontró asociado a plantas de *V. unguiculata* atacadas por *L. sativae*, en *I. batatas* probablemente atacadas por *C. ipomaeae*, y con mayor frecuencia en *Z. mays* atacadas por *L. marginalis* y/o *A. parvicornis* (Apéndice 3).

5.2- Porciento de Parasitismo

El porciento de parasitismo en la EEA de Isabela y en la Finca Alzamora de Mayagüez fue mayor en plantas cobertoras y malezas. Igualmente se encontró que el parasitismo aumentó a través de tiempo en la EEA de Lajas, un predio certificado orgánico. Estudios previos indican que los parasitoides son más abundantes y diversos en campos heterogéneos, orgánicos y en barbechos, debido a que le brindan alimentación diversa y consistente en el tiempo (polen y néctar) y hospederos alternos, lo que propicia que las poblaciones de los parasitoides continúen aumentando a través del tiempo (Hochberg *et al.*, 2000).

Investigaciones señalan que el porciento de parasitismo puede variar de acuerdo al cultivo y localización. Además, puede verse afectado por la fenología del cultivo (Murphy *et al.*, 1999). Sin embargo, en Perú, Mujica *et al.*, (2011) informan un porciento de parasitismo semejante a esta investigación, por ejemplo, en *P. vulgaris* 41%, *P. lunatus* 46%, *S.* y *Lycopersicon* 36%.

Estudios revelan que la agricultura ecológica mejora la diversidad y abundancia de enemigos naturales (predadores, parasitoides, polinizadores, etc.) en comparación con los cultivos de campo convencionales tipo “monocultivos” (Holzschuh *et al.*, 2010). Esto ocurre en parte porque las prácticas agrícolas de impactos adversos, como el uso de plaguicidas organosintéticos y otros, son mínimas o de poca intensidad; por ende, las poblaciones de parasitoides se establecen y conservan (Hochberg *et al.*, 2000), por consiguiente, el parasitismo aumenta.

CAPÍTULO 6 – CONCLUSIONES

1. En Puerto Rico, se encuentra una diversa fauna de parasitoides himenópteros en las familias Eulophidae, Braconidae, Figitidae y Pteromalidae que atacan la larva o larva – pupa de agromícidos minadores foliares en plantas de cultivo y malezas en, al menos 11 familias de plantas.
2. La especie *N. formosa* es de amplia distribución y se encuentra con frecuencia en todos los cultivos y algunas malezas atacadas por minadores del género *Liriomyza* y su conservación debe ser considerada en programas de manejo integrado.
3. En conjunto, las especies de *Opius* y *N. formosa* son una buena opción para implementar programas de manejo integrado contra minadores agromícidos ya que, además de su abundancia, ocurren en cultivos y malezas expuestos al control químico.
4. Los figítidos y pteromálidos, aunque se encontraron en varios cultivos y malezas, no son una fuente principal de parasitismo contra minadores agromícidos, al menos en las localidades muestreadas.
5. Los parasitoides de agromícidos varían en su nivel de especificidad, varios de éstos sólo fueron colectados en un sólo hospedero, en una sola planta hospedante y en una sola localidad.

6. La distribución de las especies de parasitoides y el nivel de parasitismo varía de acuerdo a las prácticas agronómicas, en las localidades, y las plantas hospederas presentes.
7. La variación vegetal dentro de los campos agrícolas con malezas, cultivos intercalados y cultivos de cobertura es una buena práctica para aumentar las poblaciones de parasitoides.

CAPÍTULO 7 – LITERATURA CITADA

- Aamer, N. A., y E.M Hegazi. 2014. Parasitoids of the Leaf Miners *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) Attacking Faba Bean in Alexandria, Egypt. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 24(2), 301.
- Abe, Y., 2001. Egg-pupal and larval-pupal parasitism in the parasitoid *Gronotoma micromorpha* (Hymenoptera: Eucoilidae). *Applied entomology and zoology*, 36(4), 479-482.
- Acevedo-Rodríguez, P., 2003. Bejucos y Plantas Trepadoras de Puerto Rico e Islas Vírgenes. *Smithsonian Institution, Washington, D.C.* 492 pp.
- Ameri, A., A.A. Talebi, E. Rakhshani, A. Beyarslan y K. Kamali, 2014. Study of the Genus *Opius* Wesmael (Hymenoptera: Braconidae: Opiinae) in Southern Iran, With Eleven New Records, *Zootaxa*, 3884(1): 1–26.
- Arakaki, N., y K. Kinjo, 1998. Notes on the Parasitoid Fauna of the Serpentine Leafminer *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) in Okinawa, Southern Japan. *Applied Entomology and Zoology*, 33(4), 577-581.
- Asadi, R., A.A. Talebi, Y. Fathipour, S. Moharrampour y E. Rakhshani, 2006. Identification of parasitoids and seasonal parasitism of the Agromyzid leafminers Genus *Liriomyza* (Dip.: Agromyzidae) in Varamin, Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 8: 293-303.
- Ateyyat, M. A. 2002. Parasitoid Complex of Citrus Leafminer, *Phyllocnistis citrella* Lemon in the Central Jordan Valley. *BioControl*, 47(1), 33-43.
- Beardsley J.W., 1988. Eucoilid Parasites of Agromyzid Leafminers in Hawaii (Hymenoptera: Cynipoidea). *Journal of the Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Human Resources*, 28 (3104): 33-48.
- Belokobylskij, S.A., R.A. Wharton, y J. LaSalle, 2004. Australian Species of the Genus *Opius* Wesmael (Hymenoptera: Braconidae) Attacking Leaf-mining Agromyzidae, With the Description of a New Species from South-East Asia. *Australian Journal of Entomology*, 43: 138-147.
- Briceño, R.A., D. Torres, y A. Zaldivar, 2009. Primer Reporte de la Familia Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) en los Parques Cerro Saroché y Terepaima del Estado Lara, Venezuela. *Bioagro*, 21(3): 223-226.
- Buffington, M. L., 2002. Description of *Aegeseucoela* Buffington, New Name, With Notes on the Status of *Gronotoma* Förster (Hymenoptera: Figitidae: Eucoilinae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 104(3), 589-601.
- Buffington, M. L., y M. Condon, 2013. The Description and Bionomics of *Tropideucoila blepharoneurae* Buffington and Condon, New Species (Hymenoptera: Figitidae: Zaeucoilini), Parasitoid of *Blepharoneura* Loew Fruit Flies (Tephritidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 115(4): 349-357.

- Buffington, M.L., 2006. The Description of *Moritiella* Buffington, New Genus (Hymenoptera: Figitidae: Eucoiliinae). *Zootaxa*, 1237: 61–68.
- Buffington, M.L., 2009. Description, Circumscription and Phylogenetics of the New Tribe Zaeucoilini (Hymenoptera: Figitidae: Eucoiliinae) Including a Description of a New Genus. *Systematic Entomology*, 34: 162–187.
- Buffington, M.L., 2010. A Revision of *Ganaspidium* Weld, 1952 (Hymenoptera, Figitidae, Eucoiliinae): New Species, Bionomics, and Distribution. *ZooKeys*, 37: 81–101.
- Buffington, M.L., y S.J. Scheffer, 2008. North American Species of *Agrostocynips* Diaz (Hymenoptera: Figitidae: Eucoiliinae), Parasitoids of Agromyzidae (Diptera): Bionomics and Taxonomy. *Zootaxa*, 1817: 39-48.
- Cabrera, I., y A. Veléz, 2008. Insecticidas Para el Manejo de Poblaciones de *Thrips tabaci* (Lindemann) y *Liriomyza trifolii* (Burgues) en Cebolla. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 92 (1-2): 87-101.
- Carballo, M., 2002. Manejo de Insectos Mediante Parasitoides. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 66: 118-122.
- Cave, R.D., 1995. Manual Para el Reconocimiento de Parasitoides de Plagas Agrícolas en América Central. *Zamorano Academic Press*. 202 pp.
- Cikman, E., & La Salle, J. 2011. Parasitoids of the Leafminers (Diptera: Agromyzidae) in Malatya, Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 35(3).
- Çikman, E., A. Beyarslan, y H. Cüvelek, 2005. Parasitoids of Leafminers (Diptera: Agromyzidae) From Southeast Turkey With 3 New Records. *Turkish Journal of Zoology*, 30: 167-173.
- Civelek, H., y J. La Salle, 2005. Checklist of Leafminer Parasitoids in Turkey, With Two New Records. *Mitt. Internat. Entomol*, 30(1-2): 21-28.
- Collins, W., 2005. This Standard Describes a Diagnostic Protocol for *Liriomyza bryoniae*, *Liriomyza huidobrensis*, *Liriomyza sativae* and *Liriomyza trifolii*. *European and Mediterranean Plant Protection Organization*, 35: 271–273.
- Costa-Lima, T. C., das Chagas, M. C. M., & Parra, J. R. P. 2014. Temperature-dependent Development of Two Neotropical Parasitoids of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). *Journal of Insect Science*, 14(1), 245.
- Delvare, G., y I. LASALLE. 2000. Eulophid with Three Tarsal Segments. *J. Hym. Res*, 9(2), 305-312.
- Dempewolf, M., 2004. Arthropods of Economic Importance - Agromyzidae of the World. Retrieved from <http://wbd.etibioinformatics.nl/bis/agromyzidae.php?menuentry=inleiding>.
- Desneux, N., R.J. Barta, C.J. Delebecque, y G.E. Heimpel, 2009. Transient Host Paralysis as a Means of Reducing Self-Superparasitism in Koinobiont Endoparasitoids. *Journal of Insect Physiology*, 55: 321-327.

- Eilenberg, J., A. Hajek, y C. Lomer, 2001. Suggestions for Unifying the Terminology in Biological Control. *Bio Control*, 46: 387– 400.
- Fathipour, Y., M. Haghani, A.A. Talebi, V. Baniameri, y A.A. Zamani, 2006. Natural Parasitism of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on Cucumber in Field and Greenhouse Conditions. *International Organisation for Biological Control*, 29: 155–160.
- Fisher, N., R. Ubaidillah, P. Reina, y J. La Salle, (2005, January 16). *Liriomyza* Parasitoids in Southeast Asia. Retrieved from http://www.ento.csiro.au/science/Liriomyza_ver3/index.html.
- Fisher, N., y J. Lasalle, 2005. A New Species of *Neochrysocharis* Kurdjumov (Hymenoptera: Eulophidae), a Parasitoid of Serpentine Leafminers (Diptera: Agromyzidae) in Southeast Asia. *Zootaxa*, 1044: 27–34.
- Fontal, F., y J.L. Nieves-Aldrey, 2004. Estudio Comparado de Diversidad de Eucoilinos Paleárticos (El Ventorrillo, España) y Neotropicales (P. N. Coiba, Panamá) (Hymenoptera, Cynipoidea, Figitidae, Eucoiliinae). *Sociedad Entomológica Aragonesa*, 35: 51-101.
- Forshage, M., y G. Nordlander, 2008. Identification Key to European Genera of Eucoiliinae (Hymenoptera, Cynipoidea, Figitidae). *Insect Systematics & Evolution*, 39: 341-359.
- Garza, E., 2001. El Minador de la Hoja *Liriomyza* spp. y su Manejo en la Planicie Huasteca. *INIFAP-CIRNE*, (5): 14 pp.
- Gates, M.W., J.M. Heraty, M.E. Schauff, D.L. Wagner, J.B. Withfield, y D.B. Wahl, 2002. Survey of the Parasitic Hymenoptera on Leafminers in California. *Journal of Hymenoptera Research*, 11(2): 213-270.
- Gebiola, M., J. GÓMEZ-ZURITA., M.M. Monti., P. Navone., y U. Bernardo. 2012. Integration of Molecular, Ecological, Morphological and Endosymbiont Data for Species Delimitation Within the *Pnigalio soemius* Complex (Hymenoptera: Eulophidae). *Molecular Ecology*, 21(5), 1190-1208.
- Gibson, G.A.P., J.T. Huber, y J.B. Woolley, 1997. Annotated keys to the Genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera). *NRC Research Press*. 327 pp.
- Gonçalves, M.A., y L. Almeida, 2005. Biology of Two Parasitoids of Leafminers *Liriomyza* spp., *Diglyphus isaea* and *D. poppoea*, in Southern Portugal. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 3 (2): 154 -156.
- González, F. L., 2016. Identificación de Especies de la Familia Agromyzidae (Insecta: Diptera) en Plantas Herbáceas en Puerto Rico. *Departamento de Ciecias Agroambientales, UPRM*.
- Gordh, G. 1978. Taxonomic Notes on *Zagrammosoma*, a Aey to the Nearctic Species and Descriptions of New Species from California (Hymenoptera: Eulophidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 80(3), 344-359.

- Gordh, G., y R. Hendrickson, 1979. New Species of *Diglyphus*, a World List of the Species, Taxonomic Notes and a Key to New World Species of *Diglyphus* and *Diaulinopsis* (Hymenoptera: Eulophidae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 81 (4): 666-684.
- Goyal, G., y G.S. Nuessly, April, 2014. Corn Blotch Leafminer *Agromyza parvicornis* Loew (Insecta: Diptera: Agromyzidae). Retrieved from <http://edis.ifas.ufl.edu/in789>.
- Gumovsky, A. 2014. A New Species of *Trisecodes* from the Afrotropics (Hymenoptera, Eulophidae). *Zootaxa*, 3852(5), 553-561.
- Haghani, M., Y. Fathipour, A.A Talebi, y V. Baniameri, 2007. Temperature-Dependent Development of *Diglyphus isaea* (Hymenoptera: Eulophidae) on *Liriomyza sativae* (Hymenoptera: Eulophidae). *Journal of Pest Science*, 80: 71-77.
- Hansson CH., D.G. Pádua, K. Schoeninger, A.A. Agudelo, y M.L. Oliveira, 2014. A New Species of *Horismenus* Walker (Hymenoptera, Eulophidae) from Ootheca of *Liturgusa saussure* (Mantodea, Liturgusidae) from Central Amazonas, Brazil. *Journal of Hymenoptera Research* 37: 53–60. doi: 10.3897/JHR.37.6729
- Hansson, C., 1990. A Taxonomic Study on the Palaearctic Species of *Chrysonotomyia* Ashmead and *Neochrysocharis* Kurdjumov (Hymenoptera: Eulophidae). *Insect Systematics & Evolution*, 21(1): 29-52.
- Hansson, C., 1997. Survey of *Chrysocharis* Forster and *Neochrysocharis* Kurdjumov (Hymenoptera, Eulophidae) from Mexico, Including Eight New Species. *Miscel·lania Zoológica*, 20(1): 81-95.
- Hernández, R., K. Guo, M. Harris, y T.X Liu, 2011. Effects of Selected Insecticides on Adults of Two Parasitoid Species of *Liriomyza trifolii*: *Ganaspidium nigrimanus* (Figitidae) and *Neochrysocharis formosa* (Eulophidae). *Insect Science*, 18: 512-520.
- Hernández, R., M. Harris, K. Crosby, y T. X. Liu, 2009. *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae) and Parasitoid Species on Pepper in the Lower Rio Grande Valley of Texas. *Southwestern Entomologist* 35(1): 33-43.
- Hernández, R., M. Harris, K. Crosby, y T.X. Liu, 2009. Impact of Insecticides on Parasitoids of the Leafminer, *Liriomyza trifolii*, in Pepper in South Texas. *Journal of Insect Science*, 11(61): 33-43.
- Hochberg, M. E., y A.R., Ives. 2000. Parasitoid Population Biology. *Princeton University Press*. 366 pp.
- Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I., y Tscharntke, T. 2010. How do Landscape Composition and Configuration, Organic Farming and Fallow Strips Affect the Diversity of Bees, Wasps and Their Parasitoids?. *Journal of Animal Ecology*, 79(2), 491-500.
- Jian, L., Seal, D., & Leibe, G. 2014. Leafminer Parasitoid *Opius dissitus* Muesbeck (Insecta: Hymenoptera: Braconidae). *University of Florida IFAS Extension EENY*, 501-502.
- Johnson, M.W., 1993. Biological Control of *Liriomyza* Leafminers in the Pacific Basin. *Micronesia Suppl.*, 4: 81-92.

- Kang, L., y Y. Zhao, 2002. The Role of Plant Odours in the Leafminer *Liriomyza Sativae* (Diptera: Agromyzidae) and Its Parasitoid *Diglyphus Isaea* (Hymenoptera: Eulophidae): Orientation Towards the Host Habitat. *European Journal of Entomology*, 99: 445-450.
- Karlsson, D., y F. Ronquist, 2012. Skeletal Morphology of *Opius dissitus* and *Biosteres carbonarius* (Hymenoptera: Braconidae), With a Discussion of Terminology. *PLOS ONE*, 7(4): e32573. doi:10.1371/journal.pone.0032573.
- Knipling, E.F. 1992. Principles of Insect Parasitism Analyzed from New Perspectives. Practical Implications for Regulating Insect Populations by Biological Means. *Agriculture Handbook-United States Department of Agriculture*, (693).
- Korytkowski, C., 2014. Contribución al Conocimiento de los Agromyzidae (Diptera: Muscomorpha) en el Perú. *Revista peruana de entomología*, 49 (1): 1-106.
- Lasalle J., y M.E. Schauff, 1995. The Hymenoptera of Costa Rica. *Oxford: Oxford University Press*, p. 315-329.
- Lasalle, J., y M.P. Parrella, 1991. The Chalcidoid Parasites (Hymenoptera: Chalcidoidea) of Economically Important *Liriomyza* Species (Diptera: Agromyzidae) in North America. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 93(3): 571-591.
- Lema, K.M., y S.L. Poe, 1979. Age Specific Mortality of *Liriomyza sativae* Due to *Chrysonotomyia formosa* and Parasitization by *Opius dimidiatus* and *Chrysonotomyia formosa*. *Environmental Entomology*, 8: 935-937.
- Li, Jan., R.S. Dakshina, L.L. Gary y O. E. Liburd, 2012. Seasonal Abundance and Spatial Distribution of the Leafminer, *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae), and Its Parasitoid, *Opius dissitus* (Hymenoptera: Braconidae), on Bean in Southern Florida. *Florida Entomologist*, 95(1):128-135.
- Liu, T.X., L. Kang, K.M. Heinz, y J. Trumble, 2009. Biological Control of *Liriomyza* Leafminers: Progress and Perspective. *Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 4(4): 1-16.
- Martorell, L. F., 1976. Annotated Food Plant Catalog of the Insects of Puerto Rico. *Agricultural Experiment Station. University of Puerto Rico-Mayagüez*, 303 pp.
- Más, E.G., y M. Lugo-Torres. 2013. Malezas Comunes en Puerto Rico e Islas Vírgenes Americanas. *Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayagüez, USDA Servicio de Conservación de Recursos Naturales*. 394 pp.
- Mathur, Y.K., N. Agrawal, y R.S. Singh, 1985. Notes on the Incidence and Life History of *Japanagromyza* sp (Agromyzidae: Diptera) on Rapeseed and Mustard Hitherto Unreported. *Current Science*, 54(23):1249.
- Medina, G.S., y L.F. Martorell, 1973. New Insect Records for Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 57 (3): 247-254.

- Mexia, A., E. Figueiredo., y M. do Céu Godinho. 2004. Natural Control Against Pests on Vegetables in Portugal: Important Species and Their Role. *Ponte de Lima, Portugal 8 th–10 th October 2003*, 27(6), 1-8.
- Mujica, N., & J. Kroschel., 2011. Leafminer fly (Diptera: Agromyzidae) occurrence, distribution, and parasitoid associations in field and vegetable crops along the Peruvian coast. *Environmental Entomology*, 40(2), 217-230.
- Murphy, S.T., y J. LaSalle, 1999. Balancing Biological Control Strategies in the IPM of New World Invasive *Liriomyza* leafminers in Field Vegetable Crops. *Biocontrol News and Information*, 20: 91–104.
- Nakao, H.K., y G.Y. Funasaki, 1979. Introductions for Biological Control in Hawaii 1975 and 1976. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*, 23: 125-128.
- Noyes, J. (2010, August 19). *Natural History Museum*. Retrieved from Universal Chalcidoidea Database: <http://www.nhm.ac.uk/research-curation/research/projects/chalcidoids/about.html>.
- Noyes, J. 2016. Universal Chalcidoidea Database. World Wide Web electronic publication. <http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids>
- Ozawa, A., M. Ota, H. Kobayashi. 2002. Hyperparasitism of *Neochrysocharis formosa* (Westwood) on the Primary Parasitoid, *Diglyphus isaea* Walker, of the American Serpentine Leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess). *Annual Report of the Kanto-Tosan Plant Protection Society* No 49:109-112.
- Palacio-Torres, R.E., J. Romero-Nápoles, J. Étienne, J.L. Carrillo-Sánchez, J.M. Valdez-Carrasco, H. Bravo-Mojica, S.D. Koch, V. López-Martínez, y A.P. Terán-Vargas, 2008. Identificación, Distribución y Plantas Hospederas de Diez Especies de Agromyzidae (Insecta: Diptera), de Interés Agronómicos en México. *Acta Zoológica Mexicana*, 24(3): 7-32.
- Pérez, R.P. 1973. *Liriomyza munda* Frick (Diptera: Agromyzidae) Attacking Beans and Cucumbers in Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 57(3): 350.
- Petcharat, J., L. Zeng, W. Zhang, Z. Xu, y Q. Wu, 2002. Larval Parasitoids of Agromyzid Leaf Miner Genus *Liriomyza* in the Southern Thailand: Species and Their Host Plants. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 24(3): 467-472.
- Quispe, I., y M.S. Fenoglio. 2015. Host–Parasitoid Interactions on Urban Roofs: An Experimental Evaluation to Determine Plant Patch Colonization and Resource Exploitation. *Insect Conservation and Diversity*, 8(5), 474-483.
- Reina, P., J. La Salle, 2003. Key to the World Genera of Eulophidae Parasitoids (Hymenoptera) of Leafmining Agromyzidae (Diptera) http://www.ento.csiro.au/science/eulophid_key/eulophids.html
- Ronquist, F., y J.L. Nieves-Aldrey, 2001. A New Subfamily of Figitidae (Hymenoptera, Cynipoidea). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 133: 483-494.

- Salvo, A., & Valladares, G. R. 1997. An Analysis of Leaf-Miner and Plant Host Ranges of Three *Chrysocharis* species (Hym: Eulophidae) from Argentina. *Entomophaga*, 42(3), 417-426.
- Salvo, A., Fenoglio, M. S., & Videla, M. 2005. Parasitism of a Leafminer in Managed Versus Natural Habitats. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 109(3), 213-220.
- Sánchez, G.A., y I. Redofi, 1989. *Liriomyza huidobrensis* y sus Parasitoides en Papa Cultivada en Rímac y Cañete, 1986. *Revista peruana de Entomología*. 31: 110-112.
- Schoeninger, K., y Manaus, A. 2014. Instituto Nacional de Pesquisas Da Amazônia–Inpa Programa de Pós-Graduação em Entomologia–Ppg-Ent.
- Sivapragasam, A., A.R Syed., J. La Salle., y M. Ruwaida. 1999. Parasitoids of Invasive Agromyzid Leafminers on Vegetables in Peninsular Malaysia. In *Proceedings of Symposium on Biological Control in the Tropics* (pp. 8-19).
- Spencer, K.A., 1973. Agromyzidae (Diptera) of Economic Importance. *Springer Science & Business Media*, 9: 418 pp.
- Talebi, A.A., R. Asadi, Y. Fathipour, S. Moharramipour, y E. Rakhshani, 2006. Identification of Parasitoids and Seasonal Parasitism of the Agromyzid Leafminers Genus *Liriomyza* (Dip.: Agromyzidae) in Varamin, Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology* 8: 293-303.
- Tsutomu, S., y M. Kendo, 2013. Insecticide Susceptibility and Carboxylesterase Activity in Leafminers (Diptera: Agromyzidae) and Their Associated Hymenopteran Parasitoids. *Crop Protection*, 55: 50-54.
- Wäckers, F.L., P.C.J. Van Rijn, y J. Bruin, 2005. Plant-Provided Food for Carnivorous Insects: a Protective Mutualism and Its Applications. *Cambridge University Press, Cambridge, UK*, 356 pp.
- Wharton, R.A., P.M Marsh, y M.J. Sharley, 1997. Manual of the New World Genera of the Family Braconidae (Hymenoptera). Special Publication 1, *International Society of Hymenopterists*, 439 pp.
- Wolcott, G.N., 1948. The Insect of Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 32 (4): 752.
- Yang, J.T., C. Yin-Fu, L. Po-Yung y K. Lekhnath, 2006. Host Searching Behavior of *Ganaspidium utilis* (Beardsley) (Hymenoptera: Eucoilidae) on *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae). *Journal of Formosan Entomologist*, 26: 399-406.
- Yildirim, E., H. Civelek, O. Dursun y A. Eskin, 2012. The Parasitism Rate of *Diglyphus isaea* (Hymenoptera: Eulophidae) on *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) in Mugla Province. *Journal of Applied Biological Sciences*, 6(1): 21-23.
- Yoshimoto, C.M. 1983. Review of North American *Phnigalio* Schrank (Hymenoptera: Eulophidae). *The Canadian Entomologist*, 115(08), 971-1000.
- Zhu, C.D., J. LaSalle, y D.W. Huang, 2000. A Review of the Chinese *Diglyphus* Walker (Hymenoptera: Eulophidae). *Oriental Insect*, 34: 263–288.

APÉNDICES

Apéndice 1. Clave de Parasitoides de Agromícidos

Antenas con más de 16 segmentos; alas anteriores con más de una celda cerrada (Fig.1); escutelo sin estructura en forma de copa Braconidae (parte 1)

Antenas con 15 segmentos en el macho, 13 en las hembras; alas anteriores con celdas radiales distintas (abiertas o cerradas) (R1) Fig.2; escutelo con estructura en forma de copa Figitidae (parte 2)

Antenas usualmente con 2 a 4 segmentos funiculares; alas anteriores sin celdas cerradas (Fig.3); patas con 4 segmentos tarsales (excepto *Trisecodes agromyzae*, 3 segmentos) Eulophidae (parte 3)

Antenas usualmente con 5 a 7 segmentos funiculares; palpos maxilares agrandados en el macho (Fig.4); alas anteriores sin celdas cerradas; patas con 5 segmentos tarsales ***Halticoptera***

Parte 1 (Braconida)

Cabeza y mesosoma color negro brillante, metasoma con el tergito 1 con manchas pardas en el centro, tergito 2 amarillo y los demás tergitos negros (Fig. 5); antena con 19 segmentos (♀ ♂) ***Opius dissitus***

Cabeza, mesosoma y metasoma de color amarillo (Fig.6); antena con 22 segmentos (♀ ♂) .. ***Opius insularis***

Parte 2 (Figitidae)

1. Vena R1 ausente; mesoescudo con línea de pelos parapsidal (Mlp) y quilla media (QM) (Fig.7) ***Tropideucoila***

Vena R1 presente; mesoescudo sin pelos parapsidal ni quilla 2

2. Notáulices ausentes; protuberancia cónica en el clípeo (Pcc); anillo piloso en la base del metasoma (MS) (Fig.8) ***Ganaspidium***

Notáulices presentes; protuberancia cónica en el clípeo ausente; metasoma sin anillo piloso 3

3. Mesoescutelo con impresión paraescutelar (IP); superficie dorsal del escutelo rugosa (Fig.9) ***Gronotoma***

Mesoescuto sin impresión paraescutelar; superficie dorsal del escutelo lisa; escutelo con elevación redonda (Fig.10) ***Disorygma pacifica***

Parte 3 (Eulophidae)

1. Flagelos con 2 segmentos funiculares, clava con 3 (**Fig.11**). cabeza con sutura facial en forma de V o de Y (**Fig.12**)..... 2

Flagelos con 3 segmentos funiculares (clava con 2 a 3 segmentos); Cabeza usualmente con sutura facial en forma de V o de Y..... 7
2. Vena postmarginal ausente (Fig. 15); notáulices completos (Fig.13.) *Neochrysocharis formosa*

Vena postmarginal presente; notáulices presentes 3
3. Pronoto con carina transversal; propodeo con carina media; cuerpo fuertemente esculpido (Fig. 16 -18) *Proacrias* sp.

Pronoto sin carina transversal; propodeo liso (Fig.19); cuerpo esculpido 4
4. Escapo agrandado en el macho; notáulices completos y rectos; vena postmarginal 2 veces más larga que la estigmal (Figs.19-21) *Diaulinopsis callichroma*

Escapo no agrandado, notáulices incompletos o curvados hacia las axilas (Fig. 22, 26); vena postmarginal corta o igual que la estigmal 5
5. Escapo completamente blanco; notáulices curvados hacia las axilas; vena postmarginal de igual tamaño que la vena estigmal; escutelo con un par de setas (Figs 22 -24) *Diglyphus insularis*

Escapo con color (no blanco); notáulices curvados hacia las axilas; vena postmarginal más corta que la vena estigmal. Alas con manchas marrón oscuro 6
6. Escutelo con un par de setas (Fig.26); penúltimo segmento de la clava de color blanco; una sola fila de setas a partir de la vena estigmal (Fig.27); color verde metálico *Closterocerus pulcher*

Escutelo con dos pares de setas; segmentos de la antena de color amarillo con líneas negras; sin filas de setas en las alas; color amarillo con patrones negros (Figs. 28 – 30) ... *Zagrammosoma americanum*
7. Mesoescutelo y escutelo con sutura media (SM); tres filas de setas se originan de la vena estigmal; tres segmentos tarsales amarillos; cuerpo color negro (Figs. 31 – 33) *Trisecodes agromyzae*

Mesoescutelo sin sutura media; sin setas a partir de la vena estigmal; cuatro segmentos tarsales; cuerpo de color metálico; propodeo con carina media (Figs. 37,41,44) 8

8. Escutelo con sutura media y filas de setas (FS) (Fig.34); notáulices completos y rectos (Fig.35); vena postmarginal y estigmal cortas (Fig.36); propodeo con ranuras submediales (RS) y plica (Fig.34).....***Horismenus metallicus***
- Escutelo sin suturas medias y sin filas de setas; notáulices incompletos o ausentes 9
9. Vena postmarginal 2 veces más grande que la vena estigmal (Fig.39); antena con cuatro segmentos funiculares (hembras) (Fig.38), clava con dos; propodeo con carina media, plica y cóstula (Fig.37)***Pnigalio sp.***
- Vena postmarginal 1.5 más grande que la vena estigmal; antena con 3 segmentos funiculares, clava con dos; escapo blanco 10
10. Propodeo con carina media y plica; sutura facial en forma de Y; peciolo corto (Figs.40 – 42).....***Chrysocharis vonones***
- Sutura facial ausente; peciolo distinguiblemente largo (Figs.43 – 45) ***Chrysocharis ignota***



Fig.1 Ala con más de una celda cerrada, Familia Braconidae.

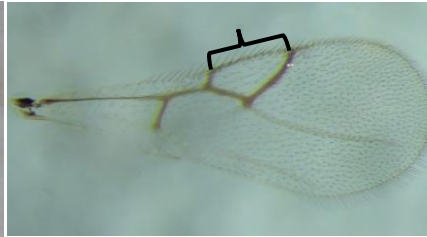


Fig.2 Celda radial (R1), familia Figitidae



Fig.3 ala sin celdas cerradas, familia Eulophidae.



Fig.4 Palpos maxilares agrandados.



Fig.5 Tergito 1 y 2 amarillos



Fig.6 *O. insularis*, color amarillo.

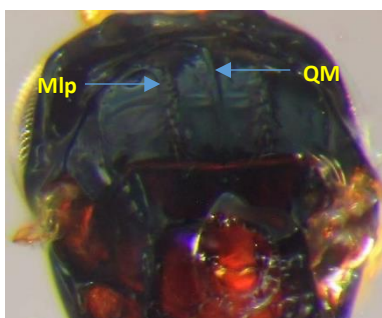


Fig.7 Pelos parapsidal (Mlp) y quilla media (QM).

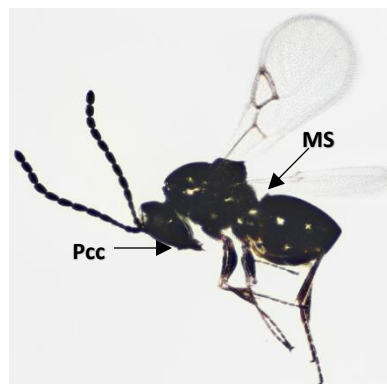


Fig.8 Protuberancia cónica (Pcc) y anillo piloso (MS).

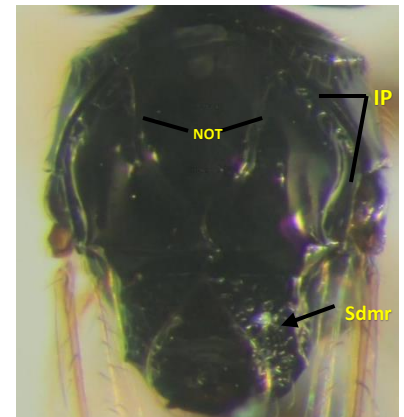


Fig.9 impresión paraescutelar (IP) y superficie dorsal del escutelo rugosa (Sdmr).



Fig.10 Elevación redonda del escutelo

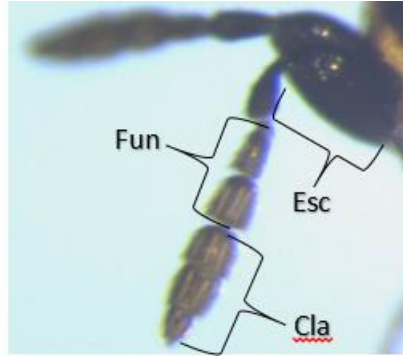


Fig.11. Funiculo con dos segmentos (Fun), clava con tres segmentos (Cla). Escapo agrandado (Esc).

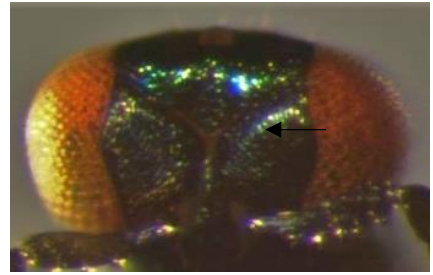


Fig.12. Sutura facial en forma de V o Y.



Fig.13. *N. formosa*. Cabeza, funículo (Fun), Clava (Cla).

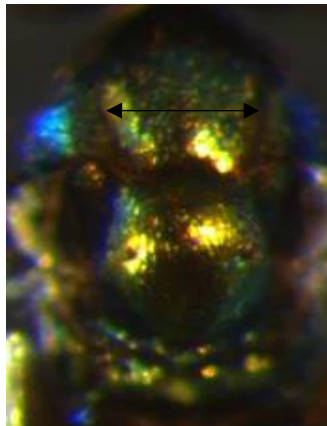


Fig.14 *N. formosa*. Tórax, **notaulus completos**. 2 setas escutelares. Propodeo liso.



Fig.15. *N. formosa*. Alas. Vena postmarginal ausente. Mancha lateral a partir de la vena estigmal.

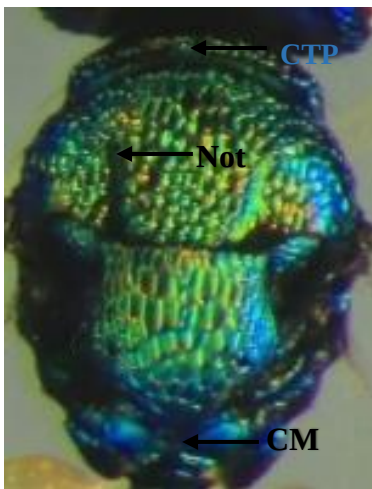


Fig.16 *Poacrias* sp. Carina transversal del pronoto (CTP); notáulices completos (NOT); carina media en propodeo (CM).

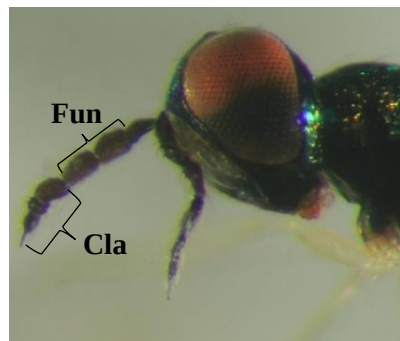


Fig.17 *Poacrias* sp. Antena con 2 funículo (Fun) y clava con 3 (Cla).

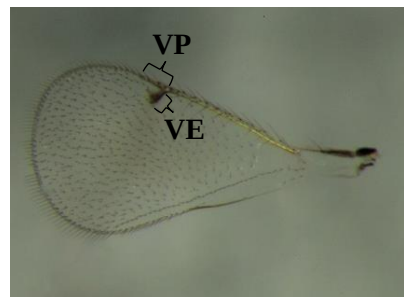


Fig.18 *Poacrias* sp. Vena postmarginal más larga que la vena estigmal

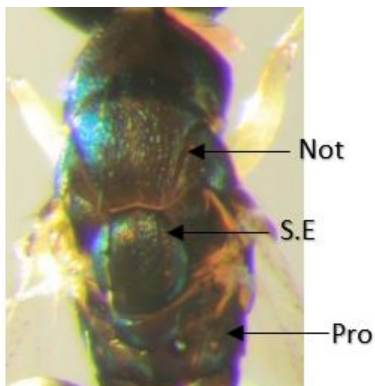


Fig. 19 *Diaulinopsis callichroma*. Notáulices profundos (NOT); 2 sutura escutelares (SE); propodeo liso (Pro).



Fig. 20 *D. callichroma*. Antena con 2 segmentos funiculares (fun) y 3 seg en la clava (Cla); escapo del macho agrandado (Esc)

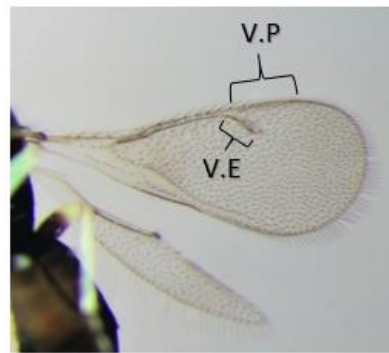


Fig.21 *D. callichroma*. Vena postmarginal (VP) más larga que la vena stigmal (VE).

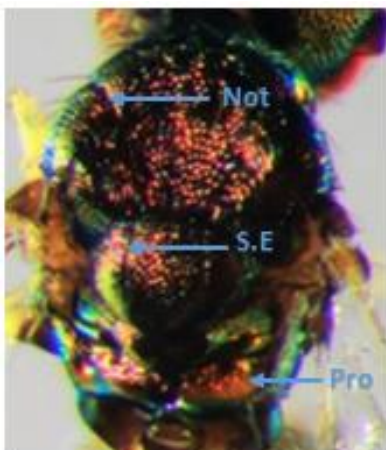


Fig. 22 *Diglyphus insularis*.. Notáulices incompletes (Not); suturas escutelares (SE); propodeo liso (Pro).

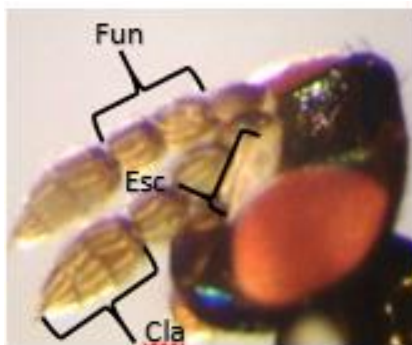


Fig. 23 *D. insularis*. Escapo totalmente blanco (Esc); antenas con 2 segmentos funiculares (Fun) y clava con 3 seg (Cla).

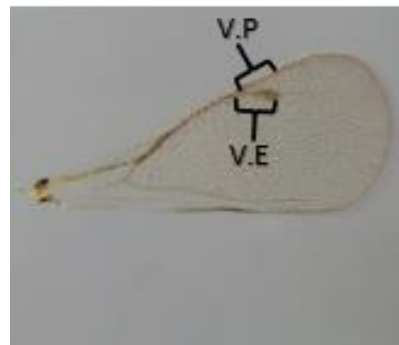


Fig. 24 *D. insularis*. Ala, vena postmarginal (VP) de igual tamaño que la vena stigmal (VE).



Fig.25 *Closterocerus pulcher*. Cabeza. Sutura facial. Antenas con el penúltimo segmento de la clava blanco.

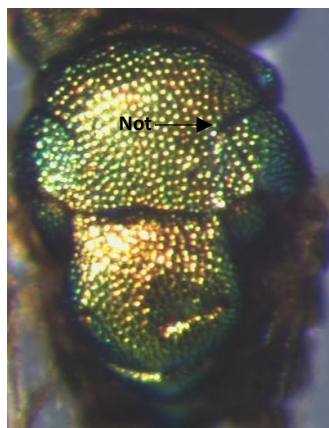


Fig.26 *C. pulcher*. Tórax. Notaulos incompletes.

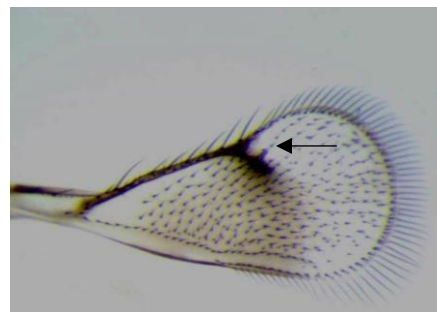


Fig.27 *C. pulcher*. Ala. Fila de setas a partir del uncus. Ala con mancha lateral a partir de la vena stigmal.



Fig. 28 *Z. americanus*, carina media (CM)



Fig.29 *Z. americanus* antenas con 2 segmentos funiculares (Fun) y clava con 3 seg (Cla).



Fig. 30 *Z. americanus*. Coloración de las alas.

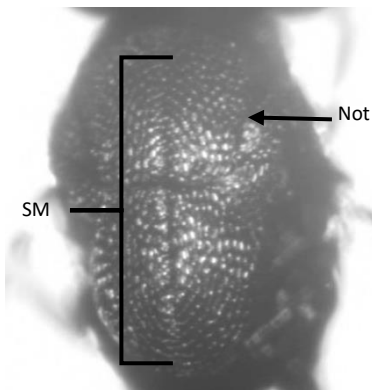


Fig.31 *Trisecodes agromyzae*. Notaulos completos (NOT) y sutura longitudinal media (SLM).

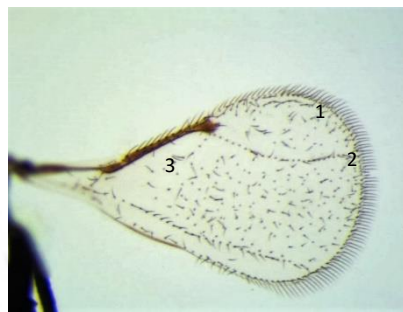


Fig.32 *T. agromyzae*. 3 filas de setas desde la vena estigmal



Fig.33 *T. agromyzae*. Funiculos (FUN) y clava (CLA) con 3 segmentos. Tarsos con 3 segmentos claros (Tar).

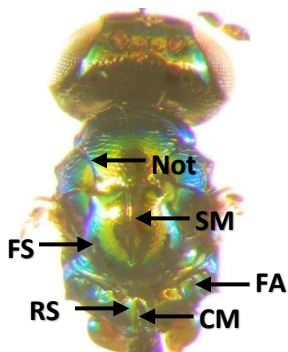


Fig.34 *Horismenus*, sutura media (SM), y carina media (CM), escutelo con filas de setas (FS).

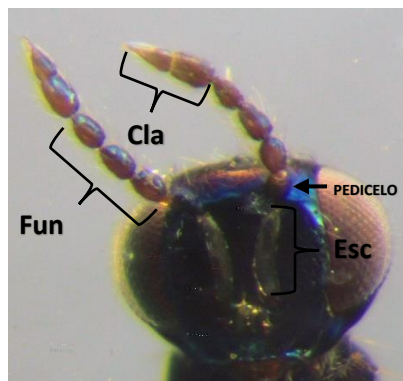


Fig.35 *H. metallicus*, cabeza; funículo con tres segmentos, clava con dos.

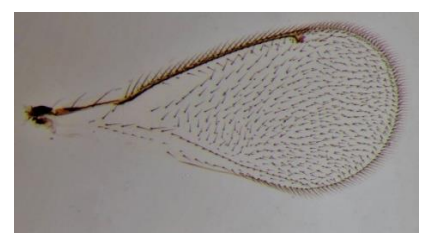


Fig.36 *H. metallicus*, ala.

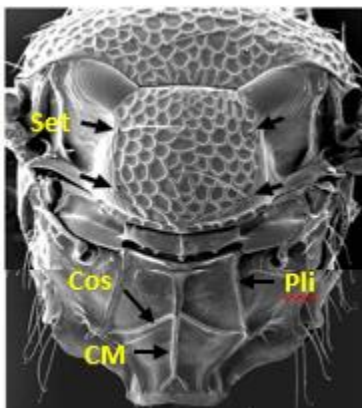


Fig.37 *Pnigalio*, escutelo con dos pares de setas (Set); propodeo con costula (Cos), plica (Pli) y carina media (CM). *Nota: Fotos utilizadas de (© Copyright 2005, CSIRO Australia) Reina et al., 2003

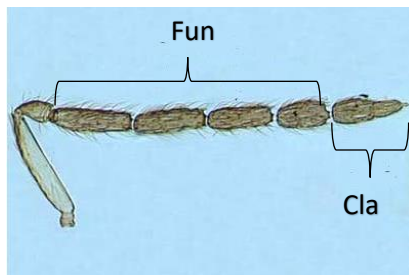


Fig.38 *Pnigalio*, antena, (Fun) cuatro segmentos en las hembras, clava con dos (Cla). *Nota: Fotos utilizadas de (© Copyright 2005, CSIRO Australia) Reina et al., 2003

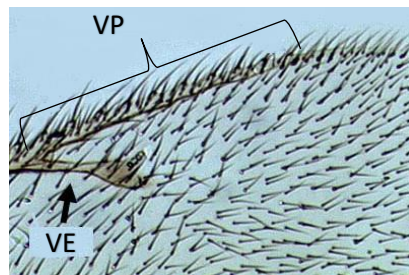


Fig.39 *Pnigalio*, vena postmarginal (VP) más larga que la estigmal (VE). *Nota: Fotos utilizadas de (© Copyright 2005, CSIRO Australia) Reina et al., 2003

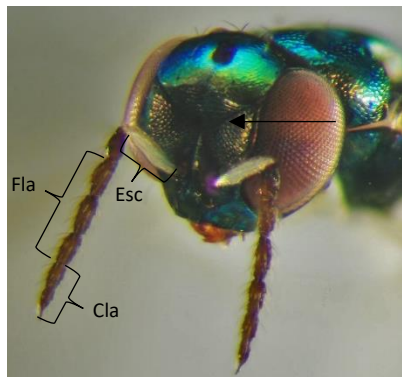


Fig.40 *Chrysocharis vonones*. Cabeza. Sutura facial en forma de Y; Escapo blanco (Esc). Funiculo con 3 segmentos (Fun) y clava con 2 (Cla).

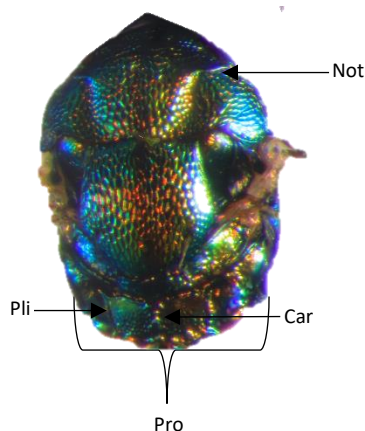


Fig.41 *C. vonones*. Tórax. Notaulos incompletos (Not), propodeo (Pro) con carina media (Car) y plica (Pli).

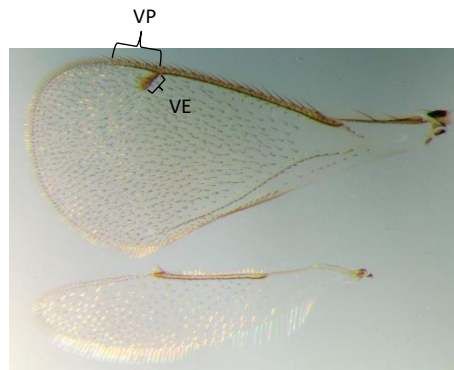


Fig.42 *C. vonones*. Alas. Venas postmarginal (VP) 2X más larga que la vena estigmal (VE).

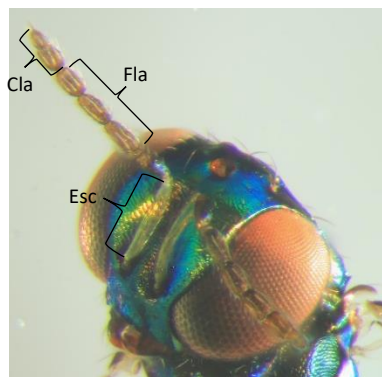


Fig.43 *Chrysocharis* sp. Cabeza. Escapo blanco, sutura facial ausente, Funiculo con 3 segmentos (Fun) y clava con 2 (Cla).

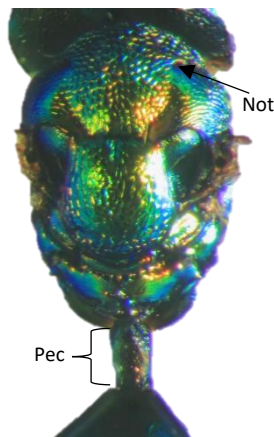


Fig.44 *Chrysocharis* sp. Tórax. Notaulos incompletos (Not), peciolo (Pec) distintivo.

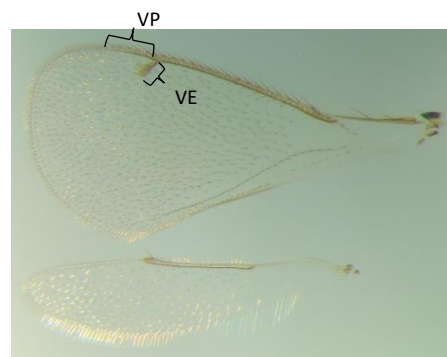


Fig.45 *Chrysocharis* sp. Alas. Vena postmarginal 2X más larga que la vena estigmal.

APÉNDICE 2. Plantas Hospederas de Minadores Agromícidos en Donde Ocurre Parasitismo.

Familias	Nombres científico
Apiaceae	<i>Coriandrum sativum</i>
Asteraceae	<i>Emilia fosbergii</i> <i>Eupatorium odoratum</i> <i>Helianthus annuus</i> <i>Mikania congesta</i>
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm. F.
Convolvulaceae	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam <i>Ipomoea tiliácea</i> (Willd)
Curcubitaceae	<i>Cucurbita moschata</i> <i>Melothria pendula</i>
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>
Fabaceae	<i>Canavalia ensiformis</i> <i>Crotalaria juncea</i> <i>Phaseolus lunatus</i> <i>Phaseolus vulgaris</i> <i>Vigna unguiculata</i>
Lamiaceae	<i>Ocimum basilicum</i>
Liliaceae	<i>Allium cepa</i>
Malvaceae	<i>Gossypium hirsutum</i>
Poaceae	<i>Zea mays</i>
Solanaceae	<i>Solanum lycopersicum</i> Mill. <i>Solanum torvum</i> <i>Solanum tuberosum</i>

APÉNDICE 3. Lista de agromícidos¹, sus hospederos y parasitoides en Puerto Rico.

Planta Hospedera			Hospederos	
Nombre científico	Familia	Nombre común	Agromícidos ¹	Parasitoides
<i>Helianthus annuus</i>	Asteraceae	Girasol	<i>Calycomyza</i> sp. <i>Nemorimyza maculosa</i> (Malloch)	<i>Neocgrysocharis formosa</i> <i>Opius insularis</i> <i>Closterocerus pulcher</i> <i>Chrysocharis vonones</i>
<i>Mikania congesta</i>		Guaco	<i>Calycomyza mikaniae</i>	<i>Chrysochari</i> sp. <i>Opius insularis</i>
<i>Commelina diffusa</i> Burm. F.	Commelinaceae	Cohitre	<i>Liriomyza commelinae</i>	<i>Chrysocharis ignota</i> <i>C. vonoes</i> <i>Opius insularis</i> <i>Closterocerus pulcher</i> <i>Neocgrysocharis formosa</i> <i>Horismenus metallicus</i> <i>Ganaspidium</i> sp.
<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam	Convolvulaceae	Batatas	<i>Calycomyza ipomaeae</i>	<i>Opius insularis</i> <i>O. dissitus</i> <i>Closterocerus pulcher</i> <i>Diglyphus insularis</i> <i>Poacrias</i> sp. <i>Neocgrysocharis formosa</i> <i>Preseucoela</i> sp. <i>Chrysocharis ignota</i> <i>Pnigalio</i> sp. <i>Halticoptera</i> sp.
<i>Ipomoea tiliacea</i> (Willd)		Bejuco de Puerco		<i>Chrysocharis ignota</i> <i>Opius insularis</i>
<i>Cucurbita moschata</i> L.	Curcubitaceae	Calabaza	<i>Liriomyza sativae</i>	<i>Opius dissitus</i> <i>Neocgrysocharis formosa</i> <i>Chrysocharis</i> spp. <i>Closterocerus pulcher</i>
<i>Melothria pendula</i> L.		Pepenillo cimarrón	<i>Liriomyza schimdti</i>	<i>Horismenus metallicus</i> <i>Poacrias</i> sp. <i>Chrysocharis vonones</i>
<i>Ricinus communis</i> L.	Euphorbiaceae	Higuereta	<i>Liriomyza trifolii</i>	<i>Neocgrysocharis formosa</i> <i>Opius insularis</i>
<i>Canavalia ensiformis</i> L.	Fabaceae	Canavalia	<i>Liriomyza sativae</i>	<i>Closterocerus pulcher</i> <i>Neochrysocharis formosa</i> <i>Opius dissitus</i> <i>O. insularis</i> <i>Diaulinopsis callichroma</i> <i>Ganaspidium</i> sp. <i>Chrysocharis</i> <i>Diglyphus insularis</i>

<i>Crotalaria juncea</i> L.		Crotalaria	<i>Liriomyza trifolii</i>	<i>Neochrysocharis formosa</i> <i>Closterocerus pulcher</i> <i>Diaulinopsis callichroma</i> <i>Ganaspidium</i> sp. <i>Chrysocharis vonones</i> <i>C. ignota</i> <i>Diglyphus insularis</i> <i>Disorygma</i> sp. <i>Opius dissitus</i> <i>Poacrias</i> sp.
<i>Phaseolus lunatus</i>		Haba	<i>Ophiomyia phaseoloides</i>	<i>Diglyphus insularis</i> <i>Closterocerus pulcher</i> <i>Chrysocharis vonones</i> <i>Tropideucoila</i> sp. <i>Trisecodes agromyzae</i> <i>Opius insularis</i>
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.		Habichuela	<i>Liriomyza sativae</i>	<i>Opius</i> <i>Neochrysocharis formosa</i> <i>Closterocerus pulcher</i> <i>Diaulinopsis callichroma</i> <i>Chrysocharis vonones</i> <i>C. ignota</i> <i>Diglyphus insularis</i> <i>Ganaspidium</i> sp. <i>Trisecodes agromyzae</i> <i>Z. americanum</i>
<i>Vigna Unguiculata</i>		Cowpea	<i>Liriomyza sativae</i>	<i>Diglyphus insularis</i> <i>Neochrysocharis formosa</i> <i>Closterocerus pulcher</i> <i>Diaulinopsis callichroma</i> <i>Poacrias</i> sp. <i>Ganaspidium</i> sp. <i>Halticoptera</i> sp. <i>Opius insularis</i>
<i>Ocimum basilicum</i> L.	Lamiaceae	Albahaca	<i>Calycomyza hyptidis</i>	<i>Chrysocharis ignota</i> <i>Closterocerus pulcher</i> <i>Ganaspidium</i> sp.
<i>Allium cepa</i> L.	Liliaceae	Cebolla	<i>Liriomyza trifolii</i>	<i>Diaulinopsis callichroma</i> <i>Neochrysocharis formosa</i> <i>Diglyphus insularis</i>
<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Malvaceae	Algodón	<i>Liriomyza trifolii</i>	<i>Neochrysocharis formosa</i> <i>Opius dissitus</i>
<i>Zea mays</i> L.	Poaceae	Maíz	<i>Agromyza parvicornis</i>	<i>Neochrysocharis formosa</i> <i>Halticoptera</i> sp. <i>Chrysocharis vonones</i> <i>Diglyphus insularis</i> <i>Gronotoma</i> sp.

<i>Solanum lycopersicum</i> Mill.	Solanaceae	Tomate	<i>Liriomyza sativae</i>	<i>Neochrysocharis formosa</i> <i>Diglyphus insularis</i> <i>Opius insularis</i> <i>O. dissitus</i> <i>Closterocerus pulcher</i> <i>Chrysocharis vonones</i>
--------------------------------------	------------	--------	--------------------------	---

¹Lista de agromícidos publicada por F.L. Gonzalez (2016).