

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, LEÓN

ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS Y VETERINARIA

DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA



Trabajo presentado como requisito previo para optar al título de

Ingeniero en Agroecología Tropical

Evaluación del parasitismo natural de cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith) en diferentes localidades, manejo y altitudes de producción de maíz (*Zea mays* L) en Nicaragua durante el periodo 2019 - 2021

Autores

Br. Tamara Lisbania Chavarría Cruz

Br. Yader Livan Baldizón Piura

Tutor:

M.Sc. Luis Manuel Medina Gómez

León, junio 2021

“A LA LIBERTAD POR LA UNIVERSIDAD”

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios que me ha brindado fortaleza, salud, sabiduría y entendimiento para seguir día a día con mi preparación académica.

A mis padres: **Carlos Jovino Chavarría Herrera** y **Darling del Rosario Cruz Vásquez**, que son el motor de mi vida.

Br. Tamara Lisbania Chavarría Cruz.

DEDICATORIA

Con todo el amor y cariño a mis padres **Yader Arcenio Baldizon García** y **María Lourdes Piura Urroz** que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral y económica para llevarme por el camino del bien a lo largo de mi vida.

Br. Yader Livan Baldizón Piura

AGRADECIMIENTO

A **Dios** padre que ha sido el guía en mi camino, a mi familia, mis padres **Carlos Jovino Chavarría Herrera** y **Darling del Rosario Cruz Vásquez** quienes con mucho amor y esfuerzo lograron que pudiera culminar con mis estudios universitarios, a mis hermanos Harold Esmith Chavarría Cruz y Darling Valeska Chavarría Cruz por ser parte de mi inspiración.

A personas especiales que han formado parte integral de mi vida universitaria; mi novio **Marvin Antonio Gámez Gonzales** por su ayuda en el desarrollo de este trabajo monográfico, mis amigos **Bianka Gabriela Cuarezma Zapata** y **Evert Jossias Salgado Lezama** por su cariño y gran apoyo en estos años, mi compañero de tesis **Yader Baldizón** por la ayuda brindada.

De manera especial agradezco a mi tutor MSc. **Luis Manuel Medina Gómez** por su apoyo y tiempo brindado en el desarrollo de este trabajo además de formar parte integral en mi aprendizaje.

Al departamento de agroecología, personal y docentes que me forjaron a lo largo de estos años, es especial a **Ing. Luis Moreno** y **Lic. Ivania Baca** por su gran apoyo en la realización de este trabajo y al **Ing. Pedro Silva Illescas** por su cariño y conocimiento compartido con mi persona.

Br. Tamara Lisbania Chavarría Cruz

AGRADECIMIENTO

A quienes han forjado mi camino y me han dirigido el sendero, a Dios que en todo momento está conmigo, a mis padres por brindarme la ayuda económica necesaria para poder realizar mis estudios universitarios, agradezco mucho la ayuda de mis maestros, mis compañeros y la universidad en general por todos los conocimientos que he logrado adquirir a lo largo de mi carrera universitaria.

Br. Yader Livan Baldizon Piura.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	viii
ÍNDICE DE IMÁGENES	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. HIPÓTESIS	3
IV. MARCO TEÓRICO	4
4.1. Cultivo Maíz.....	4
4.2. Taxonomía del cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L) Según Robles, (1995)	4
4.3. Manejo del cultivo.....	5
4.4. Principales plagas relacionadas al cultivo de maíz.....	5
4.5. <i>Spodoptera frugiperda</i> Smith (Gusano cogollero)	6
4.5.1. Ciclo biológico de <i>Spodoptera frugiperda</i> Smith.....	7
4.5.2. Daños que ocasiona a la planta.	7
4.5.3. Daño económico.....	7
4.5.4. Distribución de la plaga a nivel mundial.....	8
4.6. Regulación natural de población de cogollero	8
4.6.1. Parasitismo natural	8
4.6.2. Parasitoide.....	8

4.6.3. Tipos de parasitoides.....	9
4.7. Parasitoides asociados al control de cogollero	10
V. MATERIALES Y MÉTODOS	13
5.1. Ubicación del estudio.....	13
5.2. Tipo y diseño de investigación.....	13
5.3. Descripción de las zonas.....	13
5.6. Materiales utilizados	15
5.7. Definición de variables.....	16
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
VII. CONCLUSIONES	42
VII. RECOMENDACIONES	43
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	44
IX. ANEXO.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación Taxonómica de maíz (<i>Zea mays L</i>)	4
Tabla 2: Épocas de siembra de maíz en Nicaragua.	5
Tabla 3: Clasificación taxonómica de <i>Spodoptera frugiperda</i>	6
Tabla 4: Ubicación de las colectas de larvas de cogollero por departamento, localidad y tipo de manejo	19
Tabla 5: Parasitismo natural por año de estudio 2019, 2020 y 2021	20
Tabla 6: Parasitismo natural por ciclo de siembra	21
Tabla 7: Porcentaje de parasitismo natural de cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>) por localidad	24
Tabla 8: Porcentaje de parasitismo por manejo de parcelas	25
Tabla 9: Frecuencia de parasitoides por ordenes.....	26
Tabla 10: Frecuencia de parasitoides por familia	27
Tabla 11: Índice de biodiversidad de parasitoides por localidades	41

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Porcentaje de parasitismo con relación a la altitud y manejo.....	22
Gráfico 2: Número de especies de parasitoides con relación a manejo y altitud.....	26
Gráfico 3: Frecuencia de especies parasitoides sobre el total de larvas parasitadas.....	28
Gráfico 4: Porcentaje general de parasitismo por especie	29
Gráfico 5: Porcentaje de parasitismos por especies en verano e invierno	30
Gráfico 6: Porcentaje de parasitismo por especies en dos tipos de manejo	31

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Zonas de recolecta de larvas de cogollero.....	14
Imagen 2: <i>Chelonus sp.</i>	32
Imagen 3: <i>Eiphosoma sp.</i>	33
Imagen 4: <i>Ophiom sp.</i>	34
Imagen 5: <i>Campoletis sp.</i>	35
Imagen 6: <i>Homolobus sp.</i>	36
Imagen 7: <i>Microcharops sp.</i>	37
Imagen 8: <i>Aleoide sp.</i>	38
Imagen 9: <i>Archytas sp.</i>	39
Imagen 10: <i>Lespesia sp.</i>	40

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Ubicación de los sitios de muestreos de larvas de <i>S. frugiperda</i> en el departamento de León, Chinandega y Estelí	49
Anexo 2: Hoja de registro	50
Anexo 3: Vista frontal y posterior de la cabeza de un Ichneumónido	51
Anexo 4: Vista dorsal del mesosoma y el metasoma de un Ichneumónido	52
Anexo 5: Vista lateral del mesosoma y metasoma	53
Anexo 6: Pata insectil	53
Anexo 7: Alas anteriores Ichneumonides	54
Anexo 8: Vista Frontal de la cabeza de un Tachínido	54
Anexo 9: Vista dorsal del cuerpo de un Tachínido	55
Anexo 10: Vista lateral del cuerpo de un Tachínido	56
Anexo 11: Desarrollo de la investigación.....	57

RESUMEN

El Gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* Smith, es una plaga de gran importancia en rubro de maíz (*Zea mays*), causa severos daños al tejido foliar, por lo tanto, la tasa fotosintética se afecta negativamente, el productor en su afán de controlar la plaga termina recurriendo a plaguicidas sintéticos que al abusar de ellos inducen a resistencia de estas y disminuye los organismos benéficos. La investigación tiene como objetivo evaluar el porcentaje de parasitismo natural de cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith) en dos periodos (invierno y verano) en diferentes localidades de producción de maíz (*Zea mays*) en Nicaragua en el periodo del 2019 – 2021. Se desarrolló en fincas productoras de maíz en cuatro departamentos de Nicaragua: León; Chinandega; Estelí y Nueva Segovia. Los resultados mostraron un 14.70% de parasitismo con la presencia de 9 especies parasitoides de larvas de *Spodoptera frugiperda* pertenecientes al orden Hymenoptera, familia Braconidae (*Chelonus sp*); familia Ichneumonidae (*Eiphosoma sp*, *Ophion sp*, *Homolobus sp*, *Aleoide sp*, *Campoletis sp* y *Microcharops sp*) y al orden Díptera; familia Tachinidae: (*Archytas sp* y *Lespesia sp.*); los parasitoides con mayor frecuencia de parasitismo fueron *Chelonus sp* con 60% seguido de *Archytas sp* 14.0% y *Eiphosoma sp* 10%; en el periodo de invierno se presentó mayor parasitismo con 18.5%, las parcelas de la comunidad el Cebollal y Campos Agropecuario Unan León presentaron mayor porcentaje de parasitismo con 23.2% y 21.4%. El porcentaje de parasitismo de larvas de cogollero está relacionado en gran parte al manejo fitosanitario del cultivo de maíz y en menor escala a las condiciones ambientales de las parcelas.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L) se constituye como uno de los rubros de mayor relevancia en producción nicaragüense, durante su desarrollo vegetativo es afectado por el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith 1797) plaga principal de este cultivo. Puede causar pérdidas del 45% en el rendimiento del cultivo (Hruska & Glandstone, 1988). El gusano cogollero es conocido en varios países principalmente por el daño que ocasiona al cultivo del maíz y sorgo, debido a la afectación que genera al tejido foliar, reduciendo la tasa fotosintética, provocando que las plantas sean sensibles a los estragos del ambiente y a las enfermedades (Rodríguez, 2013).

En el afán de controlar esta plaga los productores utilizan múltiples métodos, dentro de los cuales destacan el uso de plaguicidas sintéticos por ser el de uso más generalizado (Trejo et al., 2018). La utilización de plaguicidas es altamente efectiva, sin embargo, aumenta los costos de producción del cultivo y su uso inadecuado e indiscriminado puede inducir resistencia en las poblaciones de insectos plaga, y tienen efectos nocivos sobre la salud humana y la entomofauna benéfica (Ordanzas, 2010).

La importancia de los enemigos naturales sobre la dinámica de este insecto plaga radica en la regulación de sus poblaciones; destacando entre estos los parasitoides como un método de control biológico de las plagas. (Bosque, 2007).

Debido a los problemas antes mencionado que causa el gusano cogollero en el maíz y las implicaciones que resultan en la utilización de los insecticidas se realizó esta investigación sobre el control natural del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith) en las dos principales épocas de producción verano e invierno, en diferentes zonas del país, tomando en cuenta el manejo de las parcelas con el fin de evaluar el porcentaje de parasitismo natural sobre *Spodoptera frugiperda* en diferentes condiciones.

II. OBJETIVOS

General:

- Evaluar el porcentaje de parasitismo natural de cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith) en diferentes localidades, manejo, altitudes y épocas de producción de maíz (*Zea mays*) en Nicaragua, en el periodo del 2019 – 2021

Específicos:

- Determinar el porcentaje de parasitismo natural en larvas de cogollero colectadas en las diferentes localidades, manejo, altitudes y épocas de maíz (*Zea mays*) en Nicaragua.
- Identificar los parasitoides reportados en las larvas de cogollero colectadas en las en las diferentes localidades, manejo, altitudes y épocas de producción de maíz (*Zea mays*) en Nicaragua.
- Determinar los órdenes y familias de parasitoides predominantes en las diferentes localidades, manejo, altitudes y épocas de producción de maíz (*Zea mays*) en Nicaragua.
- Cuantificar la diversidad de parasitoides de cogollero reportados en las diferentes localidades, manejo, altitudes y épocas de producción de maíz (*Zea mays*) en Nicaragua.

III. HIPÓTESIS

Los porcentajes de parasitismo natural de larvas de *Spodoptera frugiperda* Smith varían en las diferentes zonas de estudio por las variantes de manejo fitosanitario de las parcelas y el gradiente de altitud.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Cultivo Maíz.

Originario de México, antes de la invasión española, el maíz se distribuyó, desde su lugar de origen a lo largo de casi todo el continente americano, llegando en el norte hasta los territorios de lo que hoy en día es Quebec, Canadá, y hasta el sur de lo que hoy es conocido como Chile, pasando por América Central (Pliego, 2020).

4.2. Taxonomía del cultivo de maíz (*Zea mays* L) Según Robles, (1995)

Tabla 1: Clasificación Taxonómica de maíz (*Zea mays* L).

Clasificación Taxonómica	
Reino	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Commelinidae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Panicoideae
Tribu:	Andropogoneae
Género:	<i>Zea</i>
Especie:	<i>mays</i>
Nombre científico	<i>Zea mays</i> L

4.3. Manejo del cultivo

Siembra: INTA (2010), reporta que existen 5 épocas de siembra de maíz en Nicaragua.

Tabla 2: Épocas de siembra de maíz en Nicaragua.

Época	Fechas
Primera	Mayo- junio
Postrerón	Julio
Postrera	Agosto-Septiembre
Apante	Diciembre
Riego	Febrero

Distancia de siembra: La distancia entre surco varía entre 75 a 90 cm y entre cada planta de 20 hasta 50 cm, depende del tipo de siembra. Así la densidad varía entre 15 mil hasta 47 mil plantas a cosechar por manzanas. Para asegurar esta densidad de plantas hay que poner entre 6 y 7 semillas por metro lineal, para después ralearlo (INTA, 2010).

Aporque: La labor de aporque es necesaria para el cultivo, ya que permite un mejor anclaje y desarrollo de las plantas; se recomienda realizar a los 25 o 30 días después de la siembra (dds) y a los 45 ó 50 dds (INATEC, 2017)

Fertilización: INATEC, 2017; recomienda realizar aplicaciones de 12-30-10 o 10-30-10 2qq/mz al momento de la siembra y dos fertilizaciones con Urea en dosis de 2-3qq/mz a los 25 ó 30 dds y 45 ó 50 dds.

4.4. Principales plagas relacionadas al cultivo de maíz

La producción de maíz es afectada por un complejo de plagas entre las que se destacan: *Spodoptera frugiperda* (cogollero) y *Diatraea lineolata* (taladrador menor del tallo) estas ocasionan fuertes pérdidas en la producción. No obstante, se presentan

también plagas secundarias o esporádicas como que en conjunto pueden significar serios problemas en la producción (INTA, 2010).

4.5. *Spodoptera frugiperda* Smith (Gusano cogollero)

Es una plaga de gran importancia económica, por los daños ocasionados se le considera la principal plaga del cultivo, en los últimos años se reportan en algunos países de África serios problemas por el agresivo crecimiento de sus poblaciones y al ser plaga exótica carece de sus enemigos naturales, su manejo es más complicado. Además de lo mencionado anteriormente las condiciones de clima caliente y seco agravan a un más la problemática de baja de los rendimientos del cultivo (Zamora, Gutierrez, & Gutierrez, 2006).

Clasificación taxonómica de *Spodoptera frugiperda* Smith según Morales (2003).

Tabla 3: Clasificación taxonómica de *Spodoptera frugiperda*.

Clasificación	
Reino:	Animalia
Filo:	Arthropoda
Clase:	Insecta
Orden:	Lepidoptera
Suborden:	Glossata
Infraorden:	Heteroneura
Familia:	Noctuidae
Subfamilia:	Amphiryrinae
Género:	<i>Spodoptera</i>
Especie:	<i>S. frugiperda</i>

4.5.1. Ciclo biológico de *Spodoptera frugiperda* Smith

Huevo: Son de forma redonda color verde pálido, eclosionan entre 3-5 días, son puestos en grupos de hasta 300 en cualquier superficie de la hoja y tallos.

Larva: Vive de 14-21 días, pasa por cinco a seis estadios, dependiendo de la temperatura y el tipo de alimento, miden de 35-40 mm de longitud cuando están maduras.

Pupa: el estado de pupa dura de 9-13 días, es de color pardo, mide de 18-20 mm de largo empupan en el suelo en un capullo suelto, algunas veces entre las hojas del huésped.

Adulto: es una palomilla con mayor actividad nocturna, tiene una envergadura de 32-38 mm; alas delanteras de las hembras son uniforme de color gris a pardo-gris; en el macho son pardos claro, con marcas oscuras y rayas pálidas en el centro del ala; las traseras son blancas (Zamora, Gutierrez, & Gutierrez, 2006).

4.5.2. Daños que ocasiona a la planta.

El cogollero hace raspaduras sobre las partes tiernas de las hojas, que posteriormente aparecen como pequeñas áreas translúcidas; una vez que la larva alcanza cierto desarrollo, empieza a comer follaje perfectamente en el cogollo que, al desplegarse, las hojas muestran una hilera regular de perforaciones a través de la lámina o bien áreas alargadas comidas. En esta fase es característico observar los excrementos de la larva en forma de aserrín Daños ocasionados en las plantas (Ortiz, 2010).

4.5.3. Daño económico

Una de las principales plagas del maíz en Nicaragua es el cogollero *Spodoptera frugiperda*, está presente los todos los ciclos productivos, pero es mucho más abundante durante la segunda temporada de lluvia natural y maíz regado, los niveles de daños pueden variar de 23 a 63%; una infestación del 100% de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* causa una reducción de 45% en el rendimiento del cultivo (Hruska & Glandstone, 1988).

4.5.4. Distribución de la plaga a nivel mundial

Spodoptera frugiperda es nativa de las regiones tropicales y subtropicales de las Américas. Esta especie vive durante todo el año desde el sur de Argentina hasta el norte de Florida y Texas. En 2016 se informó por primera vez desde el continente africano, en Nigeria, Santo Tomé, Benin y Togo. Ahora se ha confirmado en más de 30 países africanos (CABI, 2020).

4.6. Regulación natural de población de cogollero

En la actualidad, el principal método para el control de *Spodoptera frugiperda* Smith se basa en la utilización de plaguicidas químicos; sin embargo, el uso de estas sustancias repercute negativamente en la salud humana y sobre insectos benéficos, tales como los polinizadores, parasitoides y depredadores del gusano cogollero y otros insectos. Algunos de estos son relevantes en la regulación natural de las poblaciones de cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith), por ejemplo, los Himenópteros que son los parasitoides más abundantes en cultivos de maíz, resaltando las familias Ichneumonidae y Braconidae. Los depredadores del gusano cogollero como catarinas y crisopas, en su mayoría se alimentan de los huevecillos de este insecto (Trejo, *et al*, 2018).

4.6.1 Parasitismo natural

El parasitismo es un tipo de relación entre dos individuos de especies diferentes en la que uno de ellos sale beneficiado y el otro sale perjudicado de la relación. Si el parasitismo es obligado, el huésped no puede vivir fuera del hospedero puede considerarse una simbiosis. El parasitismo puede entenderse como un tipo concreto de depredación, en la que se mata o no a la especie que sale perjudicada (Contreras, 2014).

4.6.2 Parasitoide

Es un organismo que en su estado inmaduro vive dentro o sobre del cuerpo de otro organismo, se alimenta de un solo hospedero y lo mata; el estado adulto vive libre, no siendo parasítico (Cave, 1995).

4.6.3 Tipos de parasitoides.

Cave (1995) afirma que los parasitoides se categorizan por cinco características funcionales:

a) Localización en el hospedero:

- **Ectoparasitoide:** Parasitoide que se alimenta desde el exterior del cuerpo de su hospedero.
- **Endoparasitoide:** Se alimenta dentro del cuerpo del hospedero.

b) Número de individuos que emergen del hospedero.

- **Solitario:** Solo una larva se desarrolla en cada individuo hospedero.
- **Gregario:** Dos o más larvas de la misma madre se desarrollan normalmente en un hospedero; aunque en la mayoría de los casos el parasitismo gregario es el resultado de la postura de varios huevos sobre o dentro de un mismo hospedero.

c) Relación trófica.

- **Parasitoide primario:** Ataca a un organismo no parasitoide.
- **Hiperparasitoide:** se desarrolla parasitando otro parasitoide, puede ser parasitoide secundario o terciario:
 - Obligado:** solo puede desarrollarse como parasitoide de otro parasitoide.
 - Facultativo:** Se desarrolla alimentándose de un hospedero no parasitoide o de un parasitoide de este hospedero.
 - Adelfoparasitismo o hiperparasitismo heteronomo:** ocurre en algunos géneros de Aphelinidae donde el macho se desarrolla como hiperparasitoides de hembras de su propia especie.

d) Estado parasitado del hospedero:

- **Parasitoide ovífago:** Parasita al huevo del hospedero.
- **Parasitoide ninfal:** parasita el estado ninfal de insectos hemimetábolos.

- **Parasitoide larval:** Parasita el estado larval de insectos holometábolos.
- **Parasitoide huevo-larva:** la hembra ataca del huevo del hospedero, pero su prole emerge de la larva.
- **Parasitoides pupal:** Parasita estado larval de insectos holometábolos.
- **Parasitoide larval-pupal:** La hembra ataca a la larva del hospedero, pero su progenie emerge de la pupa.
- **Parasitoide de adultos:** Parasita al estado adulto del hospedero.

e) Estrategia de desarrollo.

- **Idiobionte:** la larva parasitoide se alimenta de un hospedero que no continúa desarrollándose después de ser parasitado.
- **Koinobionte:** la larva parasitoide se alimenta de un hospedero que continúa desarrollándose después de ser parasitado. Entre estos están los parasitoides huevos-larvales, parasitoides larvales-púpales y la mayoría de los parasitoides ninfales y larvales.

4.7 Parasitoides asociados al control de cogollero

Entre los principales parasitoides que afecta la larva de *Spodoptera frugiperda* Smith podemos encontrar a las familias: Braconidae, Ichneumonidae, Chalcididae, Tachinidae (Pec, 2012) y según (Cave, 1995), los parasitoides más comunes son del orden Hymenoptera: Braconidae, Ichneumonidae, Pteromalidae, Chalcididae, Eulophidae, Trichogrammatidae y el orden Díptera: Tachinidae, Sarcophagidae.

Principales especies parasitoides:

Chelonus insularis: Es un endoparasitoide ovolarval solitario de varias especies de Lepidópteros, es un parasitoide clave del cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda* Smith).

Los adultos son de apariencia pequeños y gruesos, el macho es de color negro completamente y más pequeño que la hembra, esta presenta dos puntos dorso - laterales en el abdomen de color blanco traslúcido. La larva parasitada se lanza al suelo en el III instar, donde se forma el cocón del parasitoide, que es de color blanco y algo traslúcido, pudiéndose apreciar la pupa de este. El ciclo es de 20-22 días a temperaturas entre 28-30 (Suarez, 2018)

El capullo de *Chelonus insularis* es de color blanco de aproximadamente 7.5 x 3.5 mm de largo y ancho, al momento de emerger del capullo las hembras pueden iniciar con la oviposición hasta 15 días (Mendoza, 1986).

El ciclo de vida es similar al de la plaga esto permite que nuevas generaciones de *Chelonus insularis* coincidan con las nuevas generaciones de cogollero *Spodoptera frugiperda* Smith, pueden iniciar su oviposición desde que emergen, poseen alto potencial reproductivo. Estas cualidades convierten a *Chelonus insularis* en un parasitoide promisorio para su utilización en programas de control biológico de *Spodoptera frugiperda* (Mendoza, 1986).

Eiphosoma sp: el adulto de *Eiphosoma sp.* es anaranjado, mide aproximadamente 14 mm de longitud y tiene 3 manchitas negras en la parte superior del tórax. La pupa es marrón y mide 10.5 x 4.0 mm de longitud y ancho respectivamente. La hembra parasita al hospedero en el primer o segundo estadio y lo mata normalmente en el quinto (Mendoza, 1986). Las avispas Ichneumonidae son de gran importancia económica en el control biológico de insectos plaga, ya que regulan las poblaciones de sus hospederos, como es el caso del gusano cogollero en el maíz (*Spodoptera frugiperda*) (Mota et al., 2013).

Eiphosoma sp es de gran importancia económica en el control biológico de *Spodoptera frugiperda*; estas ovipositan en larvas de instar L2 emergiendo de su huésped en los instars L4-L5, interrumpiendo de esta manera el ciclo biológico de su hospedero y regulando sus poblaciones.

Archytas sp. Las moscas adultas depositan larvas vivas en el follaje donde las larvas de la plaga se encuentran alimentándose. Aquellas se prenden por sí mismas a la larva hospedera y penetran el cuerpo del insecto. Parasitan larvas de Lepidópteros; *Spodoptera sp.*, *Heliothis sp.* en el penúltimo y último instar de desarrollo.

La larva parasitada completa su desarrollo en el hospedero después de días de pupado. El ciclo de vida concluye aproximadamente en 30 días. De la pupa emerge una mosca grande en vez de la mariposa o papalote. No se aprecian señales de su presencia hasta este momento.

Archytas sp. ha sido reportado atacando a *S. frugiperda* en muchas áreas en Latinoamérica, la especie *Archytas marmoratus* se ha reportado como el principal parasitoide que ataca a *S. frugiperda* en el Sureste de los Estados Unidos de América y Noreste de México (Velasco *et al.*, 2011).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación del estudio

El estudio se llevó a cabo en fincas productoras de maíz en cuatro departamentos de Nicaragua: Estelí, León, Chinandega y Nueva Segovia, durante el periodo 2019 a marzo 2021. se aprovechó las actividades y contacto interinstitucional del proyecto de extensión CABI PLANTWISE – UNAN León para realizar las colectas de larvas en las parcelas.

5.2 Tipo y diseño de investigación

La investigación es de carácter descriptivo de corte longitudinal, con un diseño por conveniencia, seleccionando parcelas de maíz de productores asociados a una organización vinculada a actividades con el proyecto de CABI PLANTWISE - UNAN León y productores privados; tomando en cuenta épocas de producción, condiciones agroecológicas y método de producción.

5.3 Descripción de las zonas

León - Campus Agropecuario – UNAN León; situado a 1.5 km al sureste de la ciudad de León-La Ceiba, presenta condiciones climáticas promedio con temperaturas de 23° C hasta 35°c humedad relativa 72.74%, precipitaciones de 1489.8mm anual.

La Perla – Achuapa; municipio del departamento de León, presenta condiciones climatológicas subtropical seca con temperaturas de 21° C hasta 36° C con humedad relativa de 80% y precipitaciones anuales de 1400 a 1800mm anual (INETER, 2021).

Somotillo - Chinandega: municipio del departamento de Chinandega, posee un clima tropical de sabana con temperaturas promedio de 25°C hasta 38°C con humedad relativa de 77% y precipitaciones de 1401.4mm anual.

La Virgen - Estelí: situado en la zona céntrica del país presenta un clima tropical con condiciones climáticas promedio de temperatura de 19°C hasta 31°C, humedad relativa de 60% y precipitaciones de 1310.4mm anual. (INETER, 2021)

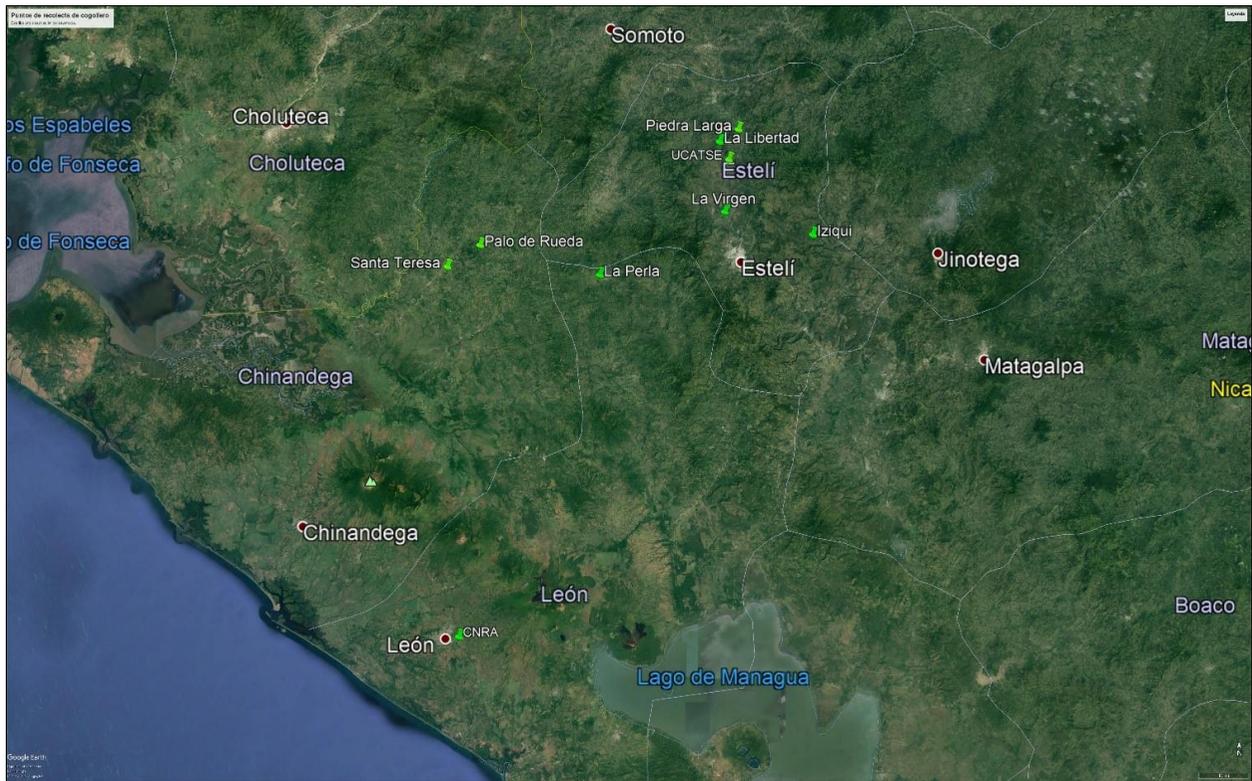


Imagen 1: Zonas de recolecta de larvas de cogollero (Google, 2021).

5.4 Muestreo y colecta de larvas

Se monitorearon 18 localidades diferentes, recolectando por parcela un número variable de larvas de cogollero, el número de muestra dependía de la incidencia de la plaga en el cultivo, ya que la probabilidad de encontrar larvas era insegura por el tipo de manejo que daban los productores y por el comportamiento mismo del cogollero.

5.5 Establecimiento y manejo del experimento

De manera general las colectas y manejo de la investigación se realizaron durante todo el periodo de enero 2019 a marzo 2021, tomando en cuenta dos periodos agrícolas establecidos en el país (verano e invierno).

Campo: las colectas se realizaron en áreas de pequeñas fincas donde con el consentimiento de productor se procedió a monitorear el cultivo y recolectar la mayor cantidad de larvas de cogollero posible, las larvas recolectadas mostraban diferentes estadios larvales. En algunas ocasiones las colectas de larvas fueron bajas o nulas, esto por efectos de manejo del productor o por la autorregulación del agroecosistema.

Laboratorio: se utilizaron las instalaciones del Centro de Investigación y Reproducción de Controladores Biológicos (CIRCB) del Campus Agropecuario UNAN – León para la fase de observación e identificación de los parasitoides. En esta instalación las larvas colectadas fueron separadas en platos Petri de 95mm de manera individual, para evitar el canibalismo, se alimentaron con dieta artificial a base de (harina de frijol, levadura, vitamina, minerales, ácido sórbico y ácido ascórbico) elaborada en áreas de cría de insectos del CIRCB. Estas fueron colocadas en una cámara de cría (laboratorio) con condiciones controladas de temperatura 25 – 27 °C y 60% H. R (Gutierrez, Maldodano, & Hernandez, 2013).

Todos los parasitoides emergidos de las larvas dentro de los platos Petri fueron colocados en viales de 15x45mm con alcohol al 70% para su conservación, estos fueron debidamente etiquetados y codificados para la identificación.

5.6 Materiales utilizados

Los materiales utilizados fueron:

- Cristalería de laboratorio
- Platos petri: contener larvas de cogollero con dieta artificial utilizada para la alimentación de estos.

- Estantería: Donde se colocaron las muestras del estudio para su debido ordenamiento y análisis.
- Dieta: La dieta a base de harina de frijol, multivitamínicos y conservantes con la cual se alimentaba los especímenes recolectados en campos, esta fue producida en el laboratorio de Cría de insectos CIRCB de la UNAN – León.
- Alcohol y Viales: Utilizado para conservar especies parasitoides reportadas.
- Estereoscopio USB de 40x a 1000x: para la toma de fotos
- Estereoscopio mecánico de 4x a 1000x: para la observación de características morfológicas de los parasitoides.
- Kit entomológico: para la manipulación de parasitoides.
- Claves entomológicas (Cave,1995) (bibliografía).

5.7 Definición de variables

Porcentaje de parasitismo natural: para estimar el porcentaje de parasitismo natural de las especies parasitoides reportadas en las diferentes localidades se utilizó la fórmula de Bahena & Velázquez (2012):

Donde:

$$\% \text{ de parasitismo} = \frac{\text{Larvas parasitadas}}{\text{Larvas utiles}} \times 100$$

Las larvas útiles se obtienen con la diferencia entre las larvas colectadas y las larvas que se mueren por manejo y patógenos (hongo, bacteria virus, nematodos).

Las larvas parasitadas se cuantifican a partir de las larvas útiles si emerge o no el parasitoide.

Identificación de parasitoides: los parasitoides fueron separados a nivel de orden y familia usando las claves taxonómicas de (Fernandez & Sharkey, 2006), luego la identificación de las especies se realizó de manera minuciosa mediante claves

taxonómicas (Cave, 1995) (anexos 3 al 10) y asesoramiento del entomólogo Marck Kenis (Coordinador del programa de especies invasoras CABI – Suiza)

Manejo de producción: se estuvieron recolectando muestras de dos sistemas manejo:

- **Sin aplicación:** Parcelas donde no se realizaba aplicaciones de productos insecticidas para el control de insectos plagas.
- **Con aplicación.** El manejo del cultivo está basado únicamente a la utilización de plaguicidas (insecticidas) en su gran mayoría piretroides (Cipermetrina).

Biodiversidad: la biodiversidad de especies se evaluó utilizando el índice de (Shannon & Weaver, 1949)

Donde:

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i \times \log_2 p_i)$$

H': Índice de Shannon – weaver (1949).

S: Número de especies (la riqueza de especies).

Pi: Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos.

ni: Número de individuos de la especie i.

N: Número de todos los individuos de todas las especies.

Para la interpretación del índice de Shannon y Weaver se utilizó la escala citada por (Moreno, 2001)

Rango	Significado
0-1,35	Diversidad baja
1,36-3,5	Diversidad Media
Mayor a 3,5	Diversidad Alta

5.8 Análisis de datos

Los datos tomados se ingresaron al programa Excel del paquete Microsoft Office 2010, donde se procedió a ejecutar las fórmulas establecidas y así generar tablas y gráficos de las variables evaluadas.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante los periodos 2019 - 2020 y verano 2021 se realizaron colectas de *Spodoptera frugiperda* en 18 localidades de Nicaragua, priorizando los departamentos de León, Chinandega, Estelí y Nueva Segovia, ubicadas a una altitud de 18 a 1,400 msnm (anexo 1).

Las parcelas donde se realizaron las colectas se clasificaron por su manejo en dos grupos (ver tabla 4): parcelas con manejo químico y parcelas con manejo agroecológico.

Tabla 4: Ubicación de las colectas de larvas de cogollero por departamento, localidad y tipo de manejo.

Departamento	Localidad	N° parcela	Manejo
Estelí	La virgen	2	Químico
	Isiqui	1	Agroecológico
	La libertad	1	Agroecológico
	Piedra larga arriba	1	Agroecológico
	Ucatse	1	Químico
	El Cebollal	1	Agroecológico
	Santa Rosa	1	Químico
Nueva Segovia	Jalapa	1	Agroecológico
León	ECAV	3	Agroecológico
	Abangasca	1	Químico
Achuapa	Achuapa la perla	3	Agroecológico
	El Lagartillo	1	Agroecológico
	Ojo de agua	1	Agroecológico
	Portillo de tabla	1	Químico
Chinandega	Palo de rueda	1	Agroecológico
	Santa teresa	1	Químico
	San Antonio	1	Químico
	Esquipulas	1	Químico

En el departamento de Chinandega la mayor parte de las parcelas evaluadas realizan manejo químico, la zona posee condiciones ambientales de altas temperatura que favorecen y aceleran la proliferación de las poblaciones de *Spodoptera frugiperda*; productores afirman que sin el control químico se pierde más del 50% de las cosechas. Ministerio de agricultura ganadería forestal (MAGFOR) afirma que las zonas más afectadas por cogollero (*Spodoptera frugiperda*) son el corredor seco (Chinandega y León) donde el control químico es la única opción (La Prensa , 2015).

En la tabla 5, se describe el comportamiento del parasitismo general por año, es necesario señalar que en estos datos no se realizan ningún tipo de separación por efectos de localidades, épocas de siembra, ni por tipo de manejo de la plaga, algo que puede influenciar o sesgar el comportamiento de los datos; el año donde se presentó el mayor porcentaje de parasitismo fue el 2020, con 17.3 % de larvas parasitadas, seguido del año 2021 con un 12.15% y por último se presenta el año 2019 con 10.7%.

Ecológicamente si se ordena el comportamiento del parasitismo natural por año, indica que las parcelas estudias o localidades van incrementando la acción del parasitismo natural, los datos presentados en el 2021 corresponden solo a tres meses de colectas, esto indica que este porcentaje puede incrementar cuando se establezca la época general de siembra (invierno) y se recolecten más especímenes; teoría que se sustenta más adelante en el análisis de parasitismo por época de siembra (ver gráfico 5).

Tabla 5: Parasitismo natural por año de estudio 2019, 2020 y 2021.

Año	Larvas útiles	Larvas parasitadas	% de parasitismo
2019	1417	151	10,7
2020	3242	562	17,3
2021	1089	132	12,1
Total	5748	845	14,7

Al analizar los datos por ciclos agrícolas o épocas de siembra (invierno, verano) (ver tabla 6), se refleja un 18.5% de parasitismo natural en la época de invierno y 9.0% de parasitismo en verano; esto tiene que ver mucho con las condiciones óptimas de desarrollo de los parasitoides y de las larvas de cogollero, este último presentan buena adaptación a parámetros climáticos de temperatura; esta especie es capaz de tolerar temperaturas mayores de 37°C, condición que se da en el periodo de verano y que los parasitoides no son capaces de sobrevivir a esta condición limitando así su acción de parasitoide en los periodos secos y de altas temperatura (Hamada & Ghini, 2011).

Tabla 6: Parasitismo natural por ciclo de siembra.

Ciclo de siembra	Larvas Útiles	Larvas parasitadas	% de parasitismo
Invierno	3452	639	18,5
Verano	2296	206	9,0
Total	5748	845	14,7

Caso contrario, en invierno las condiciones climáticas son más estables con ausencia de temperaturas extremas que facilita el desarrollo y acción de los parasitoides y otros agentes de control natural.

Según Tougeron, Damien, Lam, & Baaren (2018), en regiones caracterizadas por temperaturas suaves en invierno permite que los parasitoides permanezcan activos y se reproduzcan más en esta época, así mismo, Sabelis (1995), deduce que el incremento de las temperaturas repercute negativamente en el control biológico de plagas. Por un lado, la mayoría de los enemigos naturales involucrados son artrópodos, que al ser organismos ectotermos sin capacidad para regular su temperatura corporal, son altamente susceptibles a los cambios ambientales.

Otro factor abiótico que influye en el parasitismo natural de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en la época de verano es la disponibilidad de agua y la humedad relativa del ambiente, limitan la acción de los parasitoides; Cagan, Tancik, & Hasson (1998); reportan que las condiciones cálidas y secas que se dieron en mayo del año 1993 en Eslovaquia

determinaron que el parasitoide *Trichogramma sp* no fuera capaz de parasitar ningún huevo de *Ostrinia nubilalis*, el taladrador del maíz.

Lo ante mencionado se puede verificar y relacionar al analizar los datos de parasitismo por localidad o departamentos, geográficamente las localidades que presentaron mayor parasitismo están ubicadas en zonas de mayor altitud (320 msnm \leq) y por efectos de altitud estas parcelas presentaban temperaturas moderadas, oscilando entre 23° C a 30°C; (ver gráfico 1 y tabla 7)

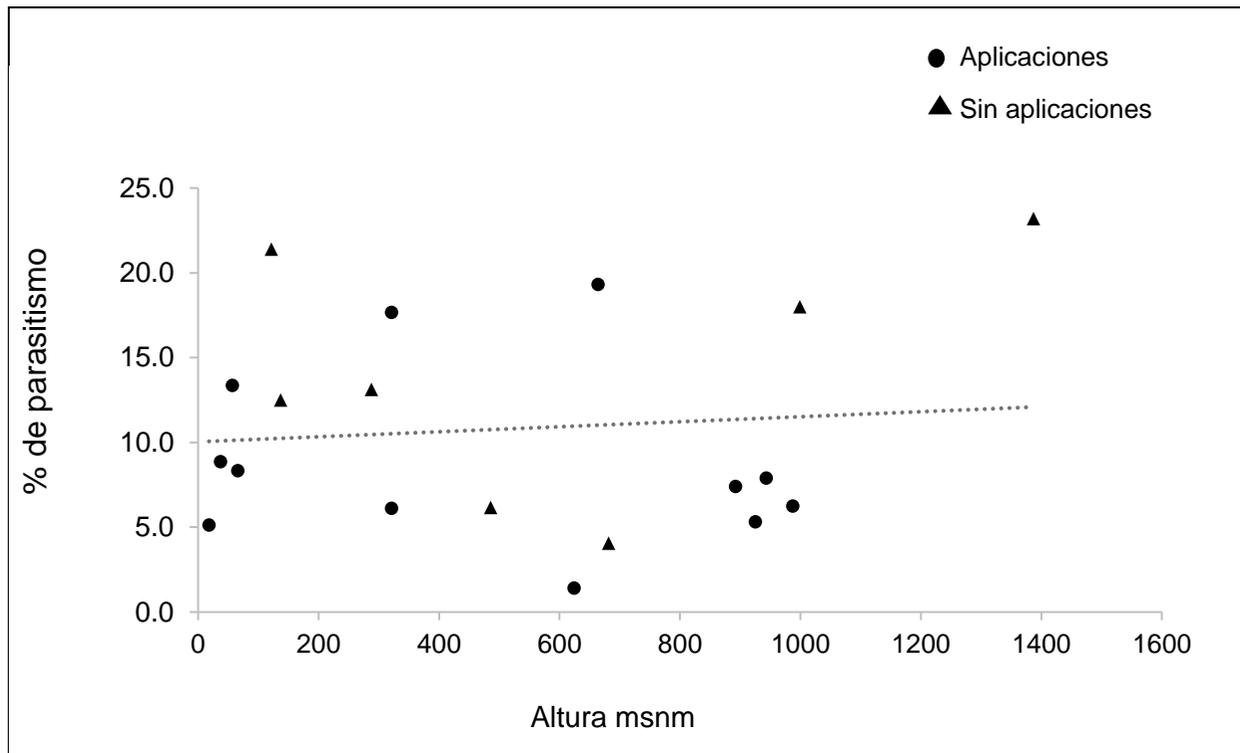


Gráfico 1: Porcentaje de parasitismo con relación a la altitud y manejo.

El parasitismo natural en las diferentes localidades de recolecta (ver tabla 7), presentaron porcentajes de parasitismo de 1.6 % hasta 23.2%, pero podemos afirmar que el porcentaje de parasitismo incrementa en relación a los gradientes de altitud donde se encuentran las parcelas, sin importar el tipo de manejo de cogollero, cabe de señalar que el porcentaje de parasitismo puede ser mayor si el manejo fitosanitario del cultivo de maíz fuese de manera agroecológica o simplemente redujeran las aplicaciones químicas; las recolectas realizadas en la comunidad del Cebollal ubicada a más de 1300 msnm presento el mayor porcentaje de parasitismo con un valor de 23.2%, a pesar de ser una

zona rodeada de áreas hortícola con alto uso de plaguicidas en los rubros como papa, tomate, cebolla y café se logra apreciar la presencia de enemigos naturales en el control de cogollero en maíz, las condiciones ambientales como temperatura y humedad relativa juegan un rol importante en la acción de los parasitoides; para el caso de la parcela de Jalapa con condiciones ambientales y agrícolas similares a las del Cebollal se logró determinar un 19.3% de parasitismo, considerado alto a pesar de la presión que tienen los parasitoides con el uso excesivo de plaguicidas.

El segundo porcentaje más alto de parasitismo se obtuvo en el parcelas del Campus Agropecuario de la UNAN León, con un valor de 21.4% a pesar de estar ha altitudes bajas se logró obtener un buen parasitismo natural del cogollero; se obtiene este valor debido a que en estas parcelas se tuvo control absoluto de manejo, con esto, queremos decir que no se realizaron aplicaciones de ningún insecticida en la parcela ni en los alrededores, creando de esta forma reservorios naturales que fueron incrementado la acción de los enemigos naturales sobre la plaga de cogollero, esto mismo se realizó en las parcelas de la localidad de la Perla en Achuapa donde también se obtuvo de manera general un parasitismo natural de cogollero aceptable del 16.7%.

Estos resultados son considerados altos al observar los resultados obtenidos por (Atunez, Lopez, Cardenas, & Armoa, 2016) donde reportan un porcentaje de parasitismo general de 15.23% hasta 1.85%.

Tabla 7: Porcentaje de parasitismo natural de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) por localidad.

Departamento	Localidad	Larvas colectadas	Larvas parasitadas	% de parasitismo
Chinandega	Esquipulas	231	39	16,9
	Palo de rueda	40	5	12,5
	San Joaquín	79	7	8,9
	San Antonio	39	2	5,1
	Santa Teresa	91	4	4,4
León	Campus Agropecuario	2394	512	21,4
	La Perla	558	93	16,7
	Abangasca	84	7	8,3
	Largartillo	455	28	6,2
	Ojo de Agua	491	30	6,1
	Portillo de tabla	142	2	1,4
Nueva Segovia	Jalapa	176	34	19,3
Estelí	El Cebollal	194	45	23,2
	Isiqui	50	9	18,0
	Ucatse	38	3	7,9
	La Libertad	64	4	6,3
	La Virgen	294	14	4,8
	Piedra larga arriba	74	3	4,1
	Santa Rosa	254	4	1,6
Total		5748	845	14,7

Si tomamos el factor manejo versus porcentaje general de parasitismo (ver tabla 8), observamos que las parcelas donde el productor no realizaba aplicaciones de insecticidas, alcanzaron los datos más altos de parasitismo con un acumulado de 18.5% siendo las localidades del Cebollal – Estelí, Campo Agropecuario – León y La Perla – Achupapa donde se presentó los valores más altos de parasitismo natural; de manera general en las parcelas donde había influencia de insecticidas en el control de cogollero se presentó un 7.6% de parasitismo natural, más del cincuenta por ciento de diferencia en relación a las parcelas donde no se realizaron medidas de control para cogollero, sin embargo, en las parcelas con manejo químico se determinó la presencia de al menos un parasitoide que cumple con su acción parasítica con eficiencia, indicando que puede haber control natural a pesar de estar sometido el sistema a la presión de los insecticidas (ver gráfico 6).

Tabla 8: Porcentaje de parasitismo por manejo de parcelas.

Manejo	Larvas colectadas	Larvas parasitadas	% de parasitismo
Con aplicación	1983	150	7,6
Sin aplicación	3765	695	18,5
Total	5748	845	14,7

La acción de los insecticidas químicos también limita la diversidad de especies parasitoides, en el gráfico 2 describimos el número de especies de parasitoides por manejo y por altitud, de manera general las parcelas que no aplicaban insecticidas presentaron el mayor número de especies parasitoides siendo la parcela de la Perla en Achupapa la que presentó el mayor número con 6 especies de parasitoides seguido de la parcela del Cebollal con 5 especie.

Si relacionamos estos datos con el porcentaje de parasitismos no se ajustan ya que el mayor porcentaje de parasitismo se presenta en el Cebollal y Campo Agropecuario y esto se debe a la presencia de individuos altamente eficaces como es el caso de *Chelonus sp.* para la parcela de Campo Agropecuario y *Campoletis sp.* para la parcela de Cebollal.

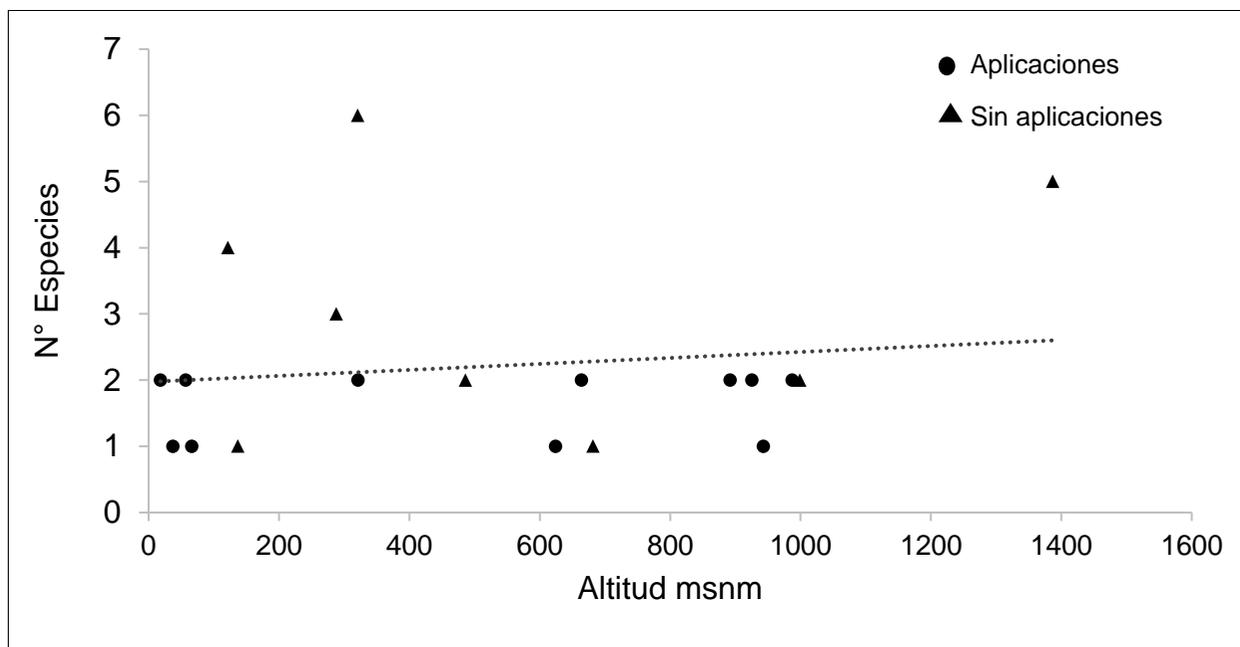


Gráfico 2: Número de especies de parasitoides con relación a manejo y altitud.

En cuanto al número de especies por parcelas relacionados a los gradientes de altitud consideramos que la relación es mínima o nula, lo que, si está relacionado es con la presencia de grupos de parasitoides que tiene mayor predominancia a mayores altitudes, el número de parasitoides está más vinculado al manejo de las parcelas (Bejarano, 2017)

En este estudio el mayor número de parasitoides de cogollero pertenecen al orden Himenóptera con una frecuencia de 80,2% en referencia al número larvas parasitadas, sin embargo, en menor escala se reportan parasitoides del orden Díptera con una frecuencia de 13,6% y existen un 6.2 % de especies sin identificar a que orden pertenecen (ver tabla 9).

Tabla 9: Frecuencia de parasitoides por órdenes.

Orden	Larvas parasitadas	Frecuencia %
Himenóptera	678	80,2
Díptera	115	13,6
Sin identificar	52	6,2

Pec (2012) y Cave (1995); expresan que los parasitoides más frecuentes y comunes en el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) son del orden Himenóptera: Braconidae, Ichneumonidae, Chalcididae, Trichogrammatidae y del orden Díptera: Tachinidae; esto lo comprobamos también al analizar los datos por familias (ver tabla 10) agrupando a la familia Braconidae con 60,8% de frecuencia, seguido de la familia Ichneumonidae con de 19,4% de frecuencia, y la familia Tachinidae del orden Díptera con 13,6% de frecuencia.

Tabla 10: Frecuencia de parasitoides por familia.

Familia	Larvas parasitadas	Frecuencia %
Braconidae	514	60,8
Ichneumonidae	164	19,4
Tachinidae	115	13,6
Sin identificar	52	6,2

Durante este periodo de evaluación los parasitoides de cogollero más frecuente en los tres años 2019, 2020 y 2021 fueron *Chelonus* sp con 60%, seguido de *Archytas* sp. con 14%, *Eiphosomas* sp. con un 10%; *Campoletes* sp. y *Ophiom* sp. con 5% de frecuencia (ver gráfico 3). Diversas literaturas reportan a estas especies como los principales parasitoides de huevos-larvas y larvas que regulan las poblaciones de *Spodoptera frugiperda*, dentro de estos investigadores podemos mencionar a Soza (2009), reporta durante los años 2007 y 2008, 12 especies parasitoides destacando entre ellas *Chelonus Insulares*, *Cotesia marginiventris*, *Homolobus truncator*, *Campoletis sonorensis*, *Campoletis* sp, *Pristomerus spinator*, *Ophiom flavidus*, *Mesochorus* sp. ; Villavicencio & Martínez (2018) reportan parasitismo en cogollero en temporada seca y lluviosa, donde las especies más abundantes fueron: *Chelonus insularis*, *Archytas* sp y *Eiphosoma* sp.

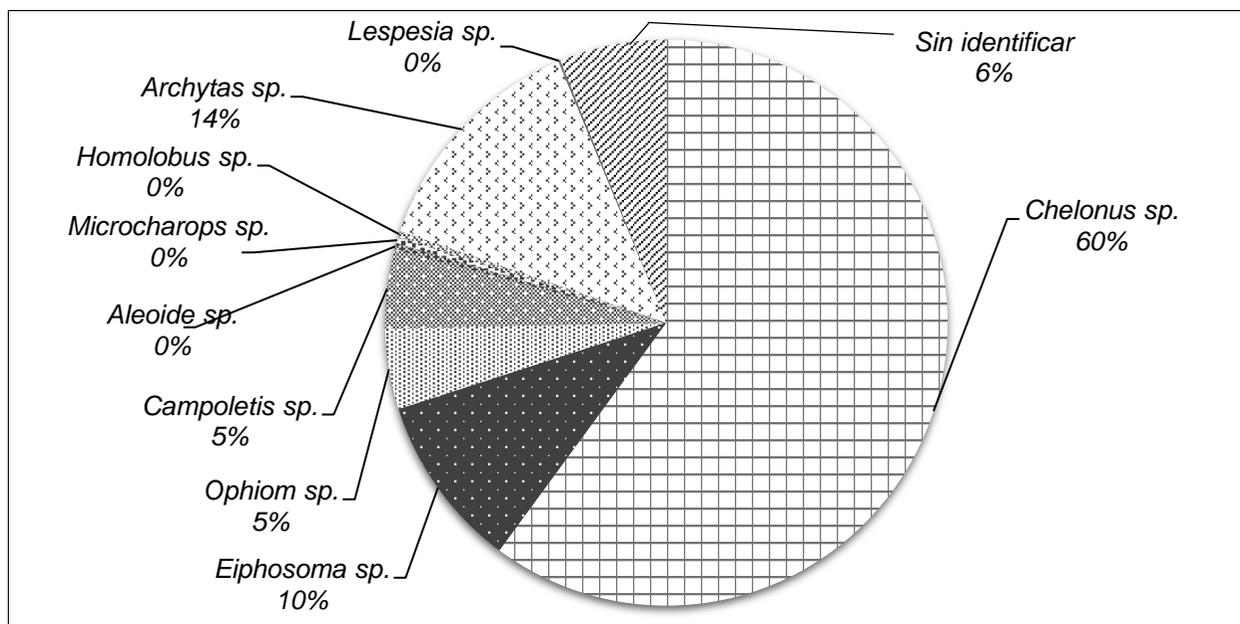


Gráfico 3: Frecuencia de especies parasitoides sobre el total de larvas parasitadas.

Se recolectaron 5748 larvas en todo el estudio, de diferentes estados larvales y con diferentes tipos de manejo, de este total de larvas 845 resultaron parasitadas, lo que significa de manera general un 14.70% de parasitismo, identificando 9 especies parasitoides (ver gráfico 3); el parasitismo general de cogollero se distribuyó de la siguiente forma: Himenópteras: *Chelonus sp.* 8.8%, *Eiphosoma sp.* 1.5%, *Ophiom sp.* y *Campoletis sp.* 0.7%, *Aleoides sp.*, *Microcharops sp.* y *Homolobus sp.* con 0.1%; y del orden Díptera: *Archytas sp.* con 2.0%, así mismo; durante el proceso de desarrollo de las larvas parasitadas se presentó un 0.9% de malformaciones limitando así la identificación (ver gráfico 4).

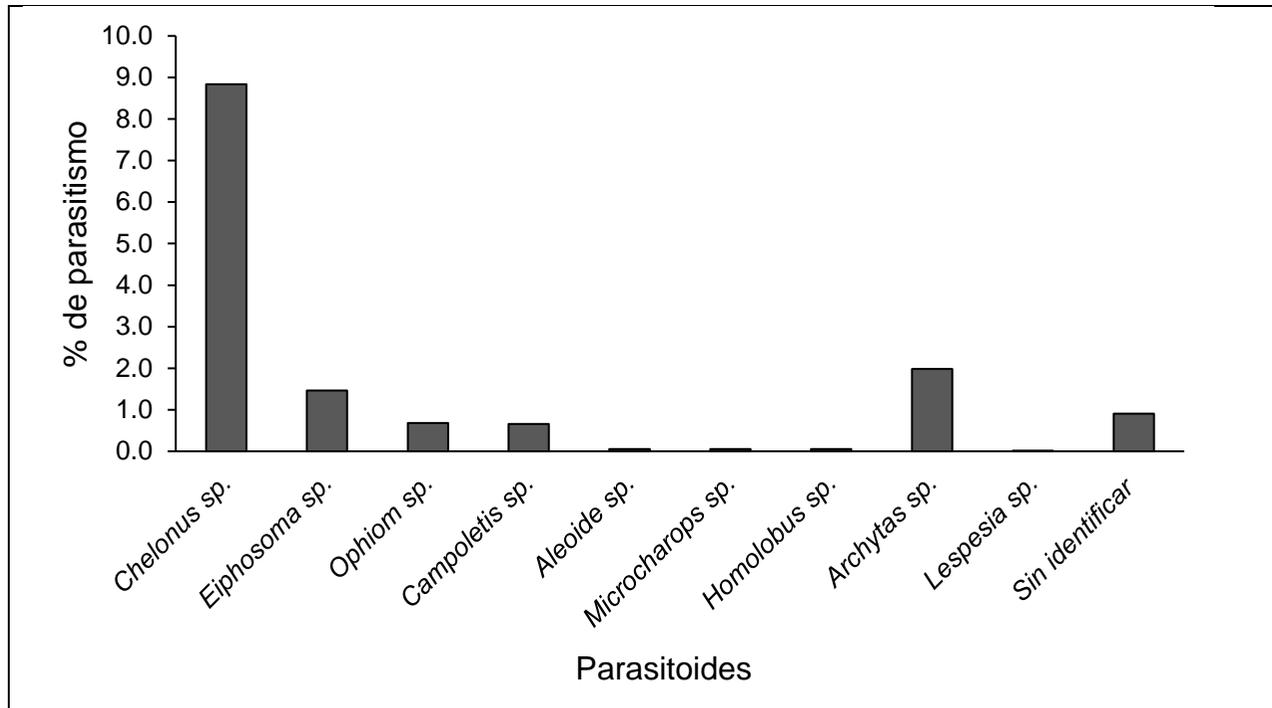


Gráfico 4: Porcentaje general de parasitismo por especie.

Los resultados obtenidos posicionan a *Chelonus* sp como la especie con mayor porcentaje de parasitismo, se asocia al habito parasítico del insecto, pues esta especie es un parasitoide huevo-larval, parasita las masas de huevo de *Spodoptera frugiperda*, aunque sus larvas se desarrollan dentro del hospedero emergiendo en los primeros estadios larvales de este L2-L3 (Romero, Cisnero, Rojas, Carreon, & Malo, 2020), esto marca una diferencia significativa en los porcentajes de parasitismo de las otras especies que se caracterizan por ser parasitoides larvales lo que les impide tener mayor capacidad parasítica en comparación a *Chelonus* sp.

Por otro lado, estudios han comparado la eficiencia de *Chelonus* sp en el control de plagas del género *Spodoptera*, tal es el caso de Barrera (2012) donde evaluó la eficacia de esta especie en tres especies de *Spodoptera*; la capacidad de parasitismo de *Chelonus insularis* fue de 67% en *Spodoptera eridania*; 68.21% en *Spodoptera frugiperda*, y 70.5% en *Spodoptera ochrea*; demostrando así, el potencial parasítico de *Chelonus insularis*.

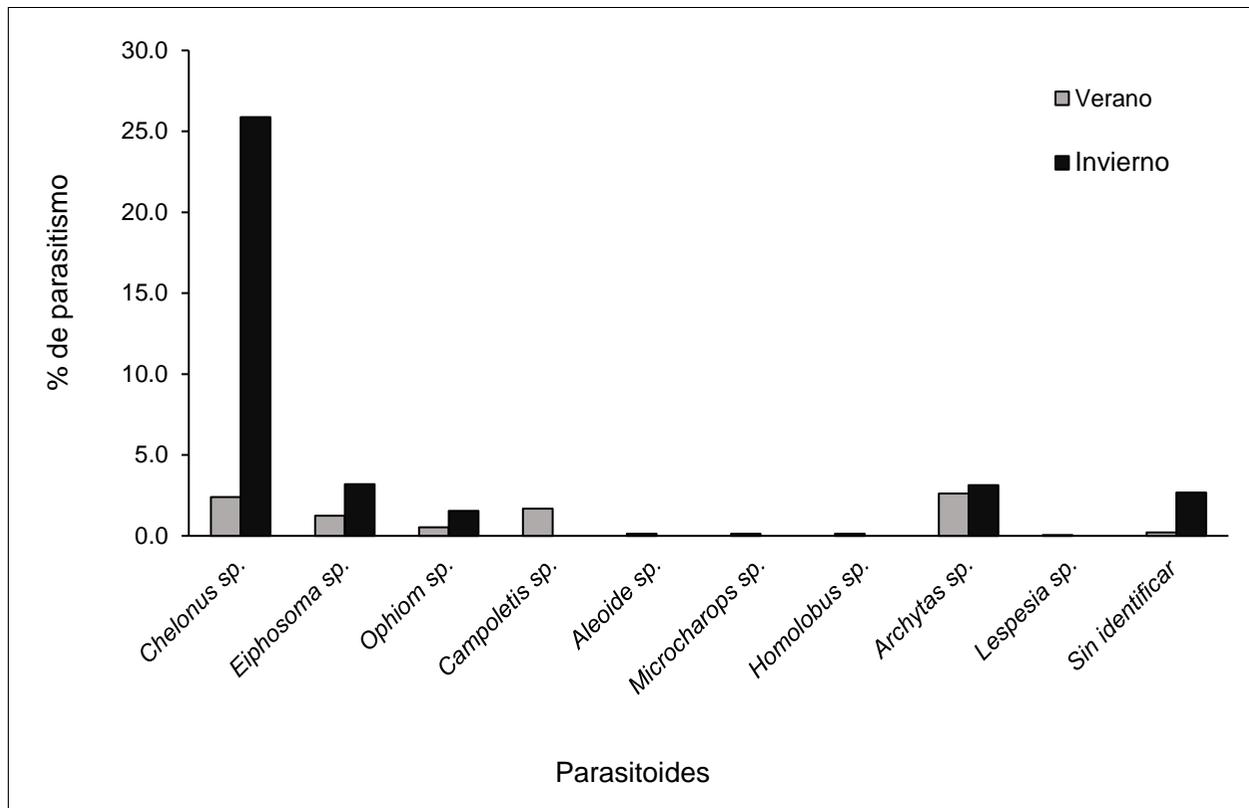


Gráfico 5: Porcentaje de parasitismos por especies en verano e invierno.

En lo referente al parasitismo por especies en las épocas de estudio los resultados más relevantes se presentaron en invierno donde las especies con mayor índice parasítico fueron *Chelonus sp* con 25.9%, las condiciones climáticas de humedad y temperatura favorecen a la reproducción de *Chelonus sp*; según Martínez, Olivares, & Jarquin (2012) sostiene que la frecuencia relativa y abundancia de parasitoides depende de las condiciones climáticas de la región de origen, cuando hay precipitaciones los niveles de parasitismo en *Spodoptera frugiperda* se incrementan con cierto retardo en el tiempo y a altas temperaturas el parasitismo se reduce, esto se refuerza con los datos obtenidos en México por (Gutierrez, Maldodano, & Hernandez, 2013) donde los mayores porcentajes de parasitismo se presentaron el periodo de junio y agosto donde hubo mayor precipitación acumulada, siendo *Chelonus insulares* la especie más representativa.

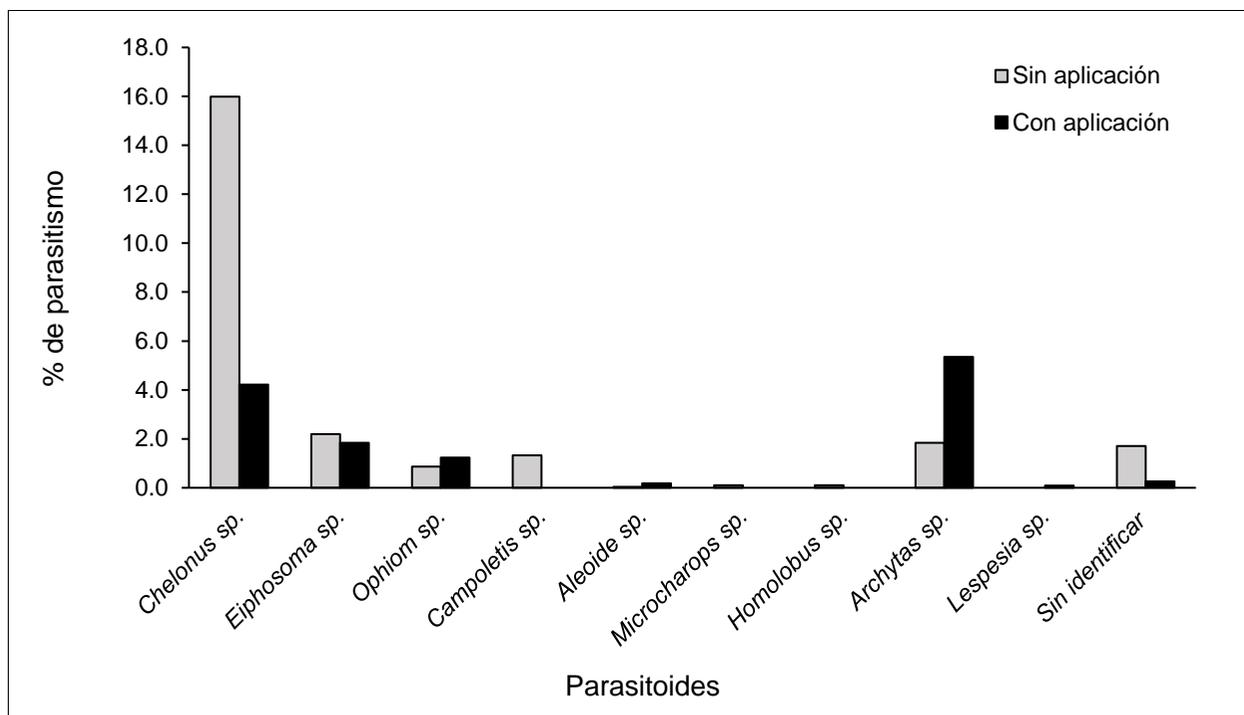


Gráfico 6: Porcentaje de parasitismo por especies en dos tipos de manejo.

Dentro de los tipos de manejo se presentó una notable diferencia en los porcentajes de parasitismo (Ver gráfico 6). La mayoría de las especies presentan porcentajes de parasitismo mayores en las parcelas donde no se realizaron aplicaciones sobresaliendo *Chelonus sp* con 16%, *Eiphosoma sp* 2.2 %.

En parcelas con aplicaciones químicas las especies presentan niveles de parasitismo inferiores a las parcelas sin aplicación, a excepción de *Archytas sp* con 5.4% de parasitismo en este tipo de manejo y sin aplicación 1.8%. Este comportamiento se atribuye a que las otras especies de parasitoides (*Chelonus sp*, *Eiphosoma sp*, *Ophiom sp*, *Campoletis sp*, *Aleoide sp*, *Microcharops sp* y *Homolobus sp*) son más selectivos a parasitar larvas en instares L1-L2 los cuales se ven muy afectados al momento de realizar aplicaciones químicas, dejando como resultado instares de mayor desarrollo L4-L5 los cuales son el hospedero apropiado para la especie *Archytas sp*.

El uso de agroquímicos causa un desequilibrio irreversible en los agroecosistemas, reduciendo los insectos plagas y los organismos benéficos, además, el uso constante induce a la resistencia de los insectos plagas. (Heneidy, Khidr, & Taman, 2015) monitorearon los efectos nocivos de los plaguicidas en plagas y organismos

benéficos en cultivo de algodón, donde las tasas de reducción en la población de *Pectinophora gossypiella* oscilaron entre el 63.2 a 74.8%, *Aphis gossypi*, *Bemisia tabaci* y *Tetranychus urticae* fueron de 35.6 a 83%, mientras que, en las poblaciones de especies depredadoras, *Coccinélidos*, *Chrysoperla carnea* presentaron tasas de reducción de 79.2 a 96.5%.

Especies de parasitoides reportadas en el estudio

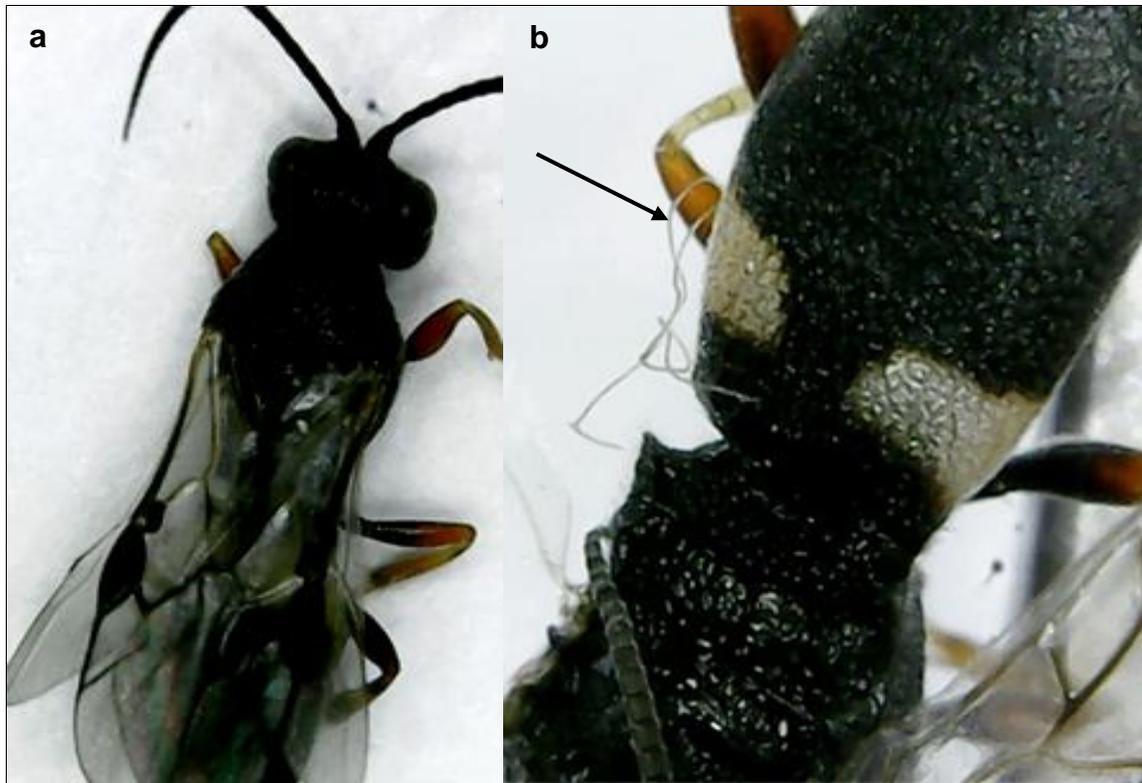


Imagen 2: *Chelonus sp.*

Hymenoptera: Braconidae *Chelonus sp.* **a.** Adulto *Chelonus sp.*, longitud 5 mm; cabeza y mesosoma negros; **b.** Metasoma negro con dos manchas laterales blancas.

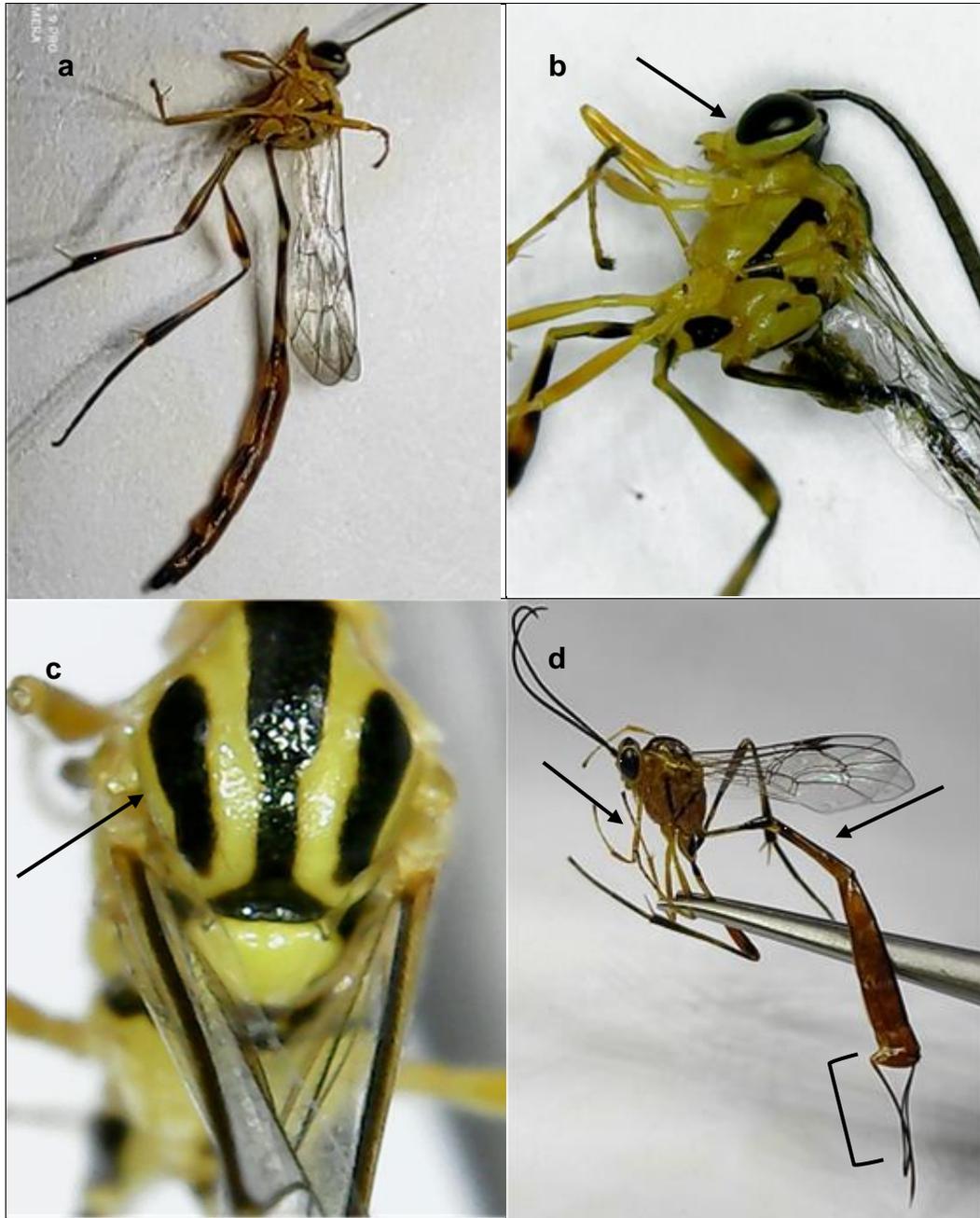


Imagen 3: *Eiphosoma* sp.

Hymenoptera, Ichneumonidae, *Eiphosoma* sp. **a.** Adulto de *Eiphosoma* sp, longitud 15-17mm. **b.** Cabeza amarilla excepto el área interocelar hasta base de las antenas y occipucio en el medio negro. **c.** Mesosoma amarillo con tres bandas longitudinales negras en el mesoescudo. **d.** primeros dos pares de patas amarillas, tergito I delgado y alargado, ovipositor un poco más largo que el tergito I.

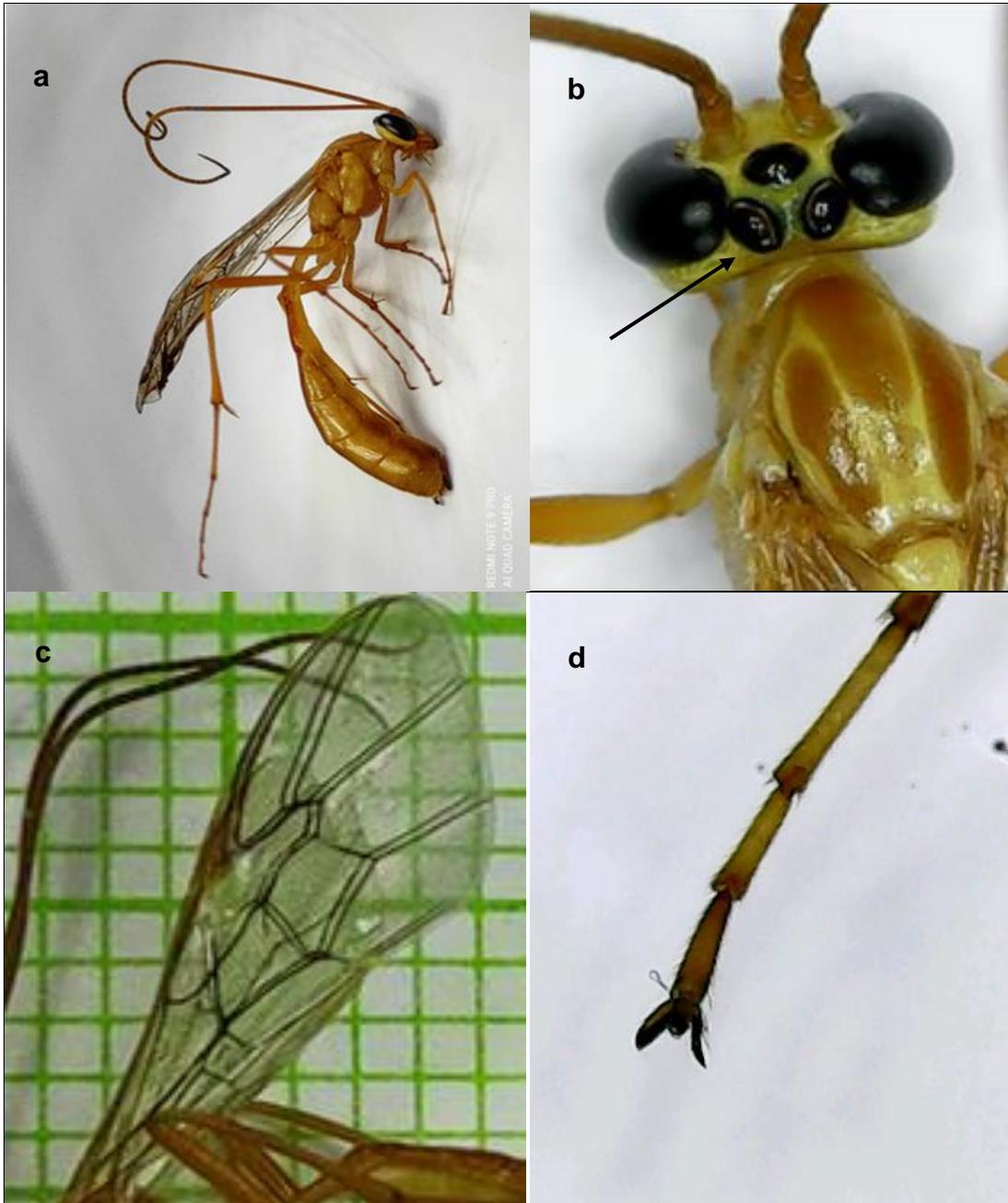


Imagen 4: *Ophiom* sp.

Hymenoptera; Ichneumonidae; *Ophiom* sp **a.** Adulto de *Ophiom* sp. longitud 20-22 mm; color amarillo parduzco. **b.** Ocelos muy grandes, los dos laterales pegados a los ojos compuestos. **c.** Alas hialinas, sin areola. **d.** garras pectinadas.

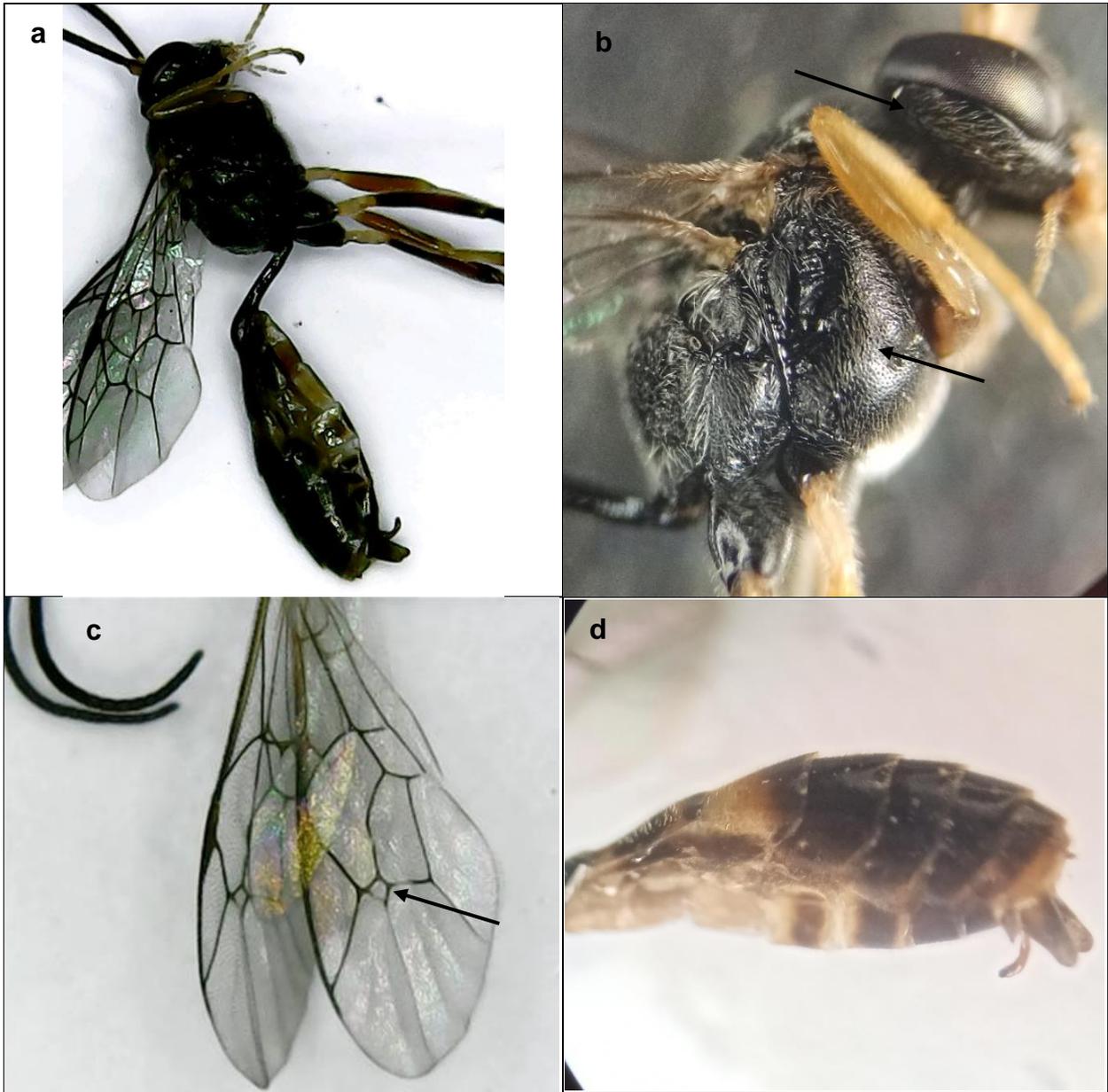


Imagen 5: *Campoletis* sp.

Hymenoptera, Ichneumonidae, *Campoletis* sp. **a.** Adulto de *Campoletis* sp, longitud 5mm. **b.** Cabeza, mesosoma y dorso del metasoma negros. **c.** Areola cuadrada. **d.** ovopositor curvado hacia arriba.



Imagen 6: *Homolobus sp.*

Hymenoptera, Ichneumonidae, *Homolobus sp* **a** y **b**. Adulto de *Homolobus sp*, longitud 6-7 mm; cuerpo anaranjado. **c**. Área interocelar negra. **d**. Largura de espolones tibiales 0.5 del primer segmento tarzal.



Imagen 7: *Microcharops* sp.

Hymenoptera, Ichneumonidae, *Microcharops* sp. **a.** Adulto de *Microcharops* sp, longitud 6-8 mm, color negro. **b.** Propodeo y tergitos II-IV densamente pubescentes. **c.** Alas hialinas, sin areoleta. **d.** Procoxas negras o amarillas o con ambos colores.

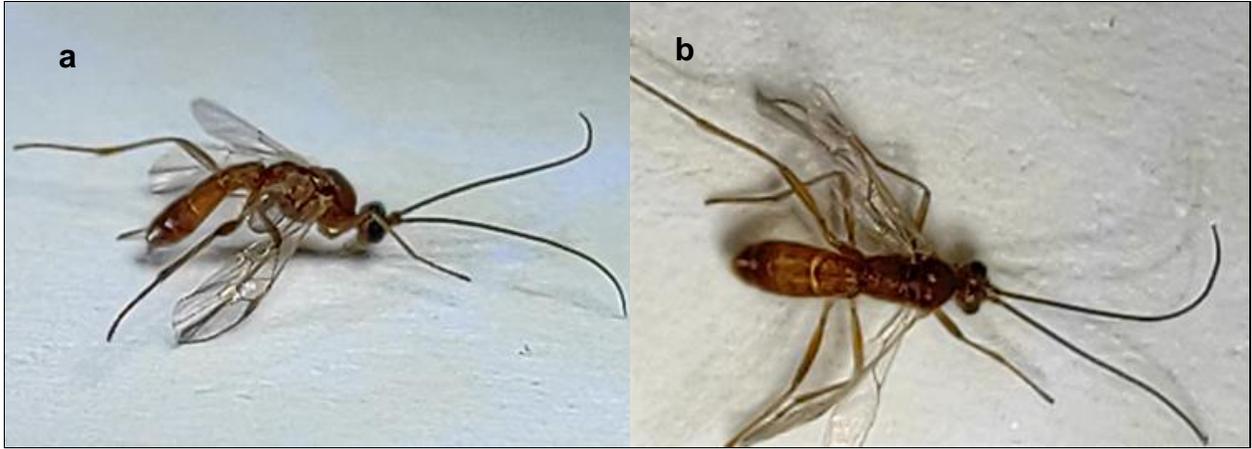


Imagen 8: *Aleoide sp.*

Hymenoptera: Braconidae, *Aleoide sp.* **a-b.** Adulto *Aleoide sp.*, longitud 3-4 m; cuerpo completamente anaranjado aveses oscuro entre los ocelos.

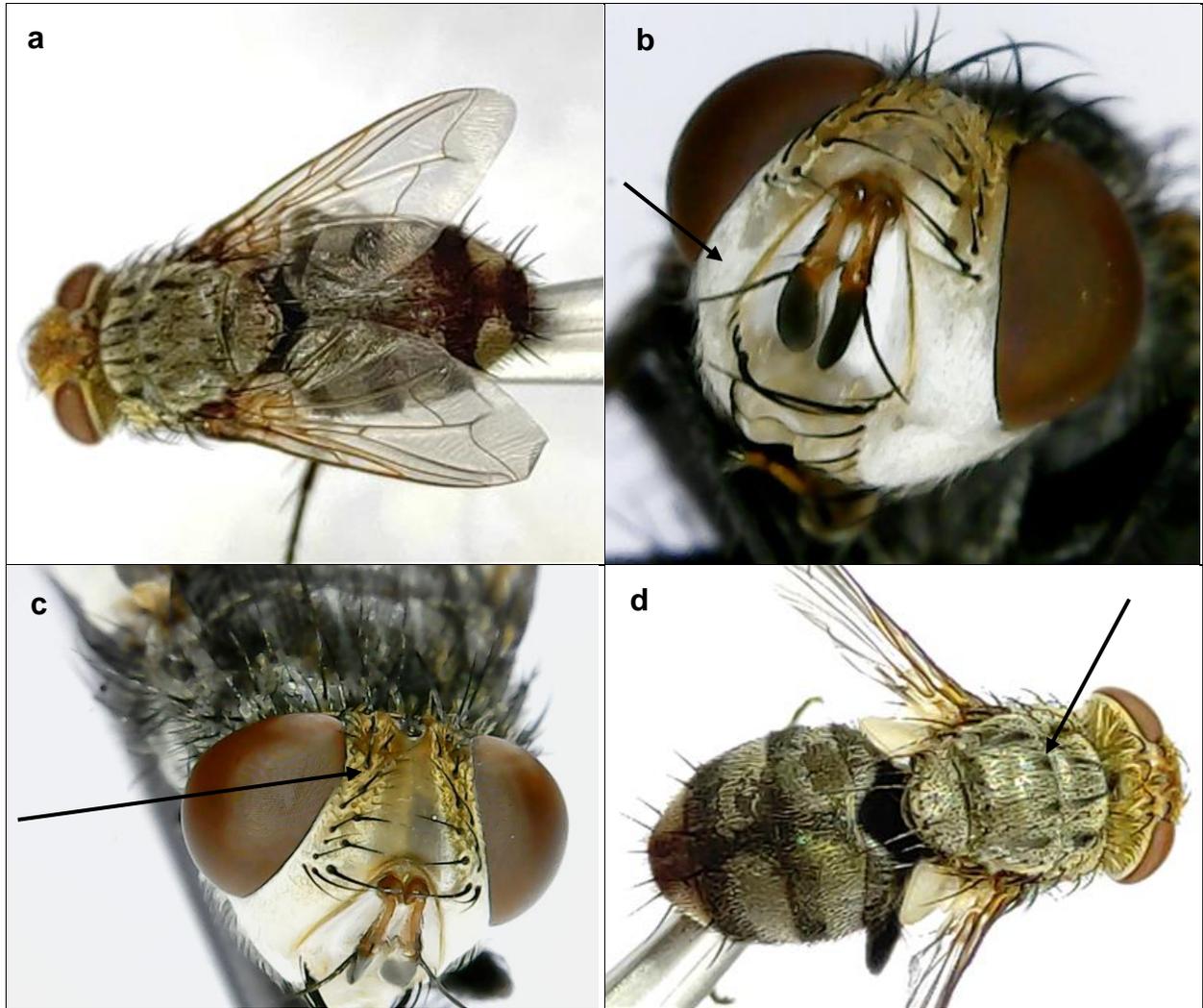


Imagen 9: *Archytas* sp.

Diptera, Tachinidae, *Archytas* sp. **a.** adulto de *Archytas* sp, longitud 10-14 mm. **b.** Parafacialia blanca. **c.** Placa fronto-orbital dorada. **d.** Escudo gris con indicaciones débiles de cuatro bandas negras longitudinales.

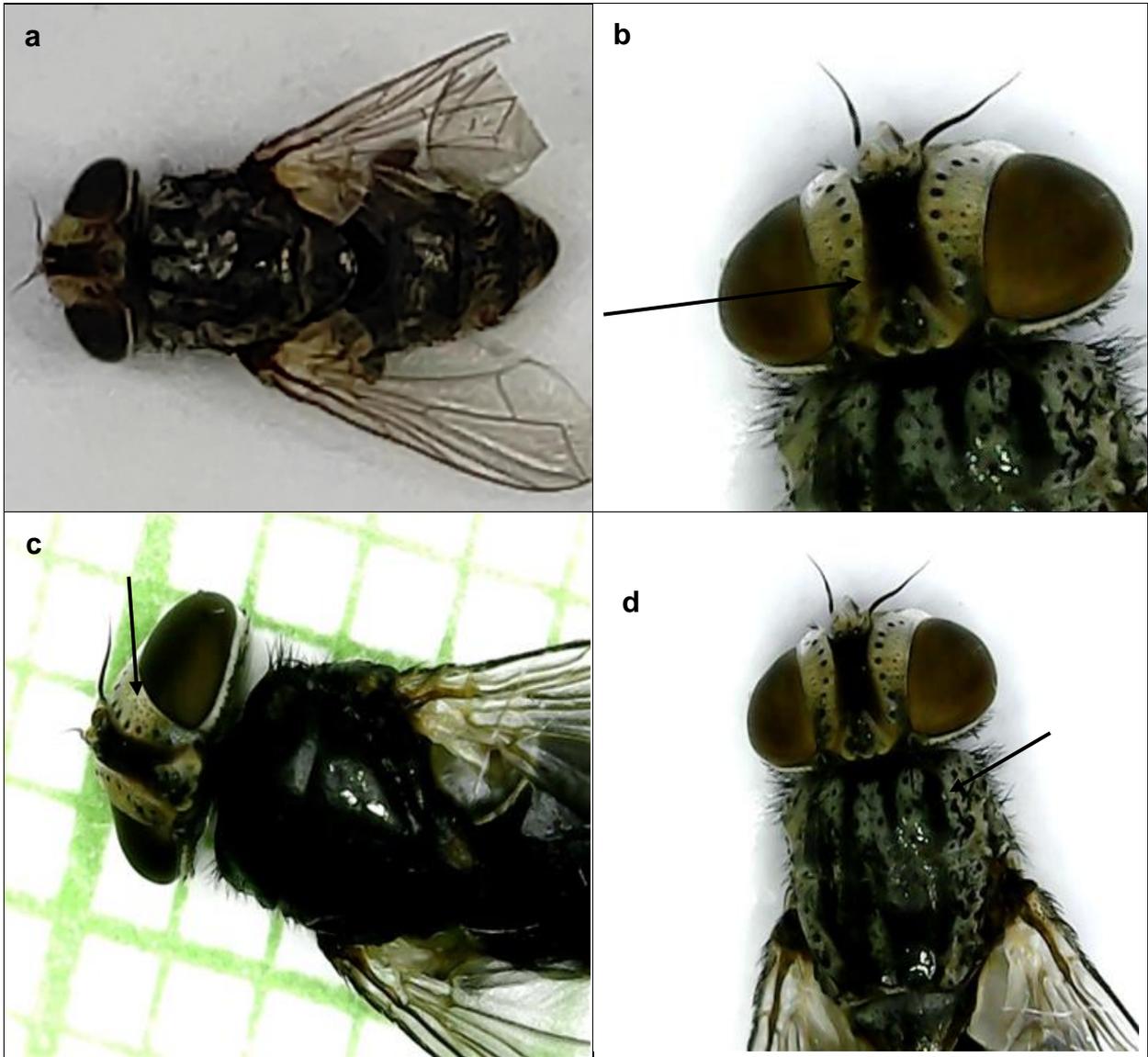


Imagen 10: *Lespesia sp.*

Diptera, Tachinidae, *Lespesia sp.* **a.** Adulto de *Lespesia sp.*, longitud de 5-7 mm. **b.** Parafacialia gris claro. **c.** Placa fronto-orbital gris parduzco. **d.** Escudo gris con cuatro bandas negras longitudinales.

Tabla 11: Índice de biodiversidad de parasitoides por localidades.

Localidad	Índice de Shannon
La Perla	1,5
San Antonio	0,7
Esquipulas	0,7
Jalapa	0,7
El Cebollal	0,7
Isiqui	0,6
La Libertad	0,6
Santa Rosa	0,6
Campus Agropecuario	0,4
Ojo de Agua	0,4
La Virgen	0,3
Largartillo	0,3
Santa Teresa	0,0
Palo de rueda	0,0
Piedra larga arriba	0,0
UCATSE	0,0
Portillo de tabla	0,0
Abangasca	0,0
San Joaquín	0,0

Según la escala propuesta por Shannon – Weaver, (1949) el índice de biodiversidad en la mayoría de las localidades de estudios es bajo con rangos de biodiversidad de 0.0 a 0.7; en el estudio se presentó únicamente una parcela con biodiversidad media con un rango de 1.5, esta se ubicó en la comunidad de la Perla en Achuapa.

VII. CONCLUSIONES

- En este estudio, las larvas de *Spodoptera frugiperda* presentaron un total de 14.70% de parasitismo natural.
- El mayor porcentaje de parasitismo se obtiene en la época de invierno con un 18.5%, los factores de alta humedad relativa y temperaturas moderadas influyen en la acción de los parasitoides.
- Las localidades con mayor porcentaje de parasitismo fue el Cebollal en la comunidad de Mirafior – Estelí con 23.2%; y Campos Agropecuario UNAN- León con 21.4%; el factor de manejo del cultivo fue la condicionantes más relevante en la regulación de cogollero por los parasitoides.
- Se reportan 9 especies de parasitoides de larvas de *Spodoptera frugiperda* pertenecientes al orden Hymenoptera, familia Braconidae (*Chelonus sp*) familia Ichneumonidae (*Eiphosoma sp*, *Ophion sp*, *Homolobus sp*, *Aleoide sp*, *Campoletis sp* y *Microcharops sp*) y al orden Díptera; familia Tachinidae: (*Archytas sp* y *Lespesia sp.*).
- Los parasitoides con mayor frecuencia y dominancia en las zonas de estudio fueron *Chelonus sp* con 60%, seguido de *Archytas sp* con 14%, *Eiphosoma sp* 10%, *Campoletis sp* y *Ophiom sp* 5%.
- El índice de biodiversidad en las diferentes localidades es bajo con valores de 0.0 – 0.7; a excepción de la localidad de La Perla en Achuapa la cual, según el índice de Shannon, presenta una biodiversidad media con un valor de 1.5
- El porcentaje de parasitismo de larvas de cogollero está relacionado en gran parte al manejo fitosanitario del cultivo de maíz y en menor escala a las condiciones ambientales de las parcelas.

VII. RECOMENDACIONES

- Para estudios posteriores recolectar larvas de *Spodoptera frugiperda* tomando en cuenta la época de invierno e instares pequeños para determinar riqueza de parasitoides relacionados a esta plaga
- En estudios específicos de un parasitoide de larvas de *Spodopteras*, recolectar larvas en dependencia de los hábitos de selección del parasitoide, de preferencia masas de huevo y larvas de instar L1 a L3.
- Realizar estudios sobre parasitismo natural de *Spodoptera frugiperda* en zonas del país con agroecosistemas más diversos para verificar y enriquecer la lista de enemigos naturales reportados en el país.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Atunez, C., Lopez, V., Cardenas, S., & Armoa, N. (2016). *Identificacion de parasitoides en el cultivo de maiz (Zea mays) en Canindeyu e Itapúa*. Paraguay.
- Bahena, F., & Velázquez, J. (2012). *Manejo agroecologico de plagas en Maiz para una agricultura de conservacion en el valle MORELLIA, MICHOACAN*. Uruapan, Michoacan.
- Bárcenas M, Rostran J, Silva P. (27 de 06 de 2017). *Boletín Cimático N° 1. Junio 2017. Campus Agropecuario*. León: UNAN-León.
- Barrera, G. D. (2012). *Determinacion de la capacidad de parasitismo de chelonus insulari (Hymenoptera: Braconidae) frente a tres especies del género Spodoptera*. Lima-perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Bejarano, F. (8 de Marzo de 2017). *Ecología*. Obtenido de <https://ecologica.jornada.com.mx/2017/05/26/plaguicidas-e-insectos-beneficos-y-el-caso-del-gusano-cogollero-2726.html>
- Bosque, R. d. (2007). *Teoria y aplicacion del control biologico*. Mexico.
- CABI. (17 de Febrero de 2020). Obtenido de <https://www.cabi.org/isc/datasheet/29810#da09038b-2509-4179-b47d-9f48f3c8302c>
- Cagan, L., Tancik, J., & Hasson, D. s. (1998). Natural parasitism of the European corn borer eggs *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lep., Pyralidae) by *Trichogramma* in Slovakia—need for field releases of the natural enemy. *Journal of Applied Entomology*, 122_318.
- Cave, R. D. (1995). *Manual para el reconocimiento de parasitoides de plagas agricolas en America Central*. Tegucigalpa Honduras: Zamorano Academic press.
- Cave, R. D. (1995). *Manual para la enseñanza de control biologico en America Central*. Honduras.

- Contreras, R. (29 de Abril de 2014). *Guiabiología*. Obtenido de Guiabiología: <https://biologia.lagua2000.com/ecologia/parasitismo-2>
- Cortes, M., & Trujillo, A. (1994). *Incidencia del gusano cogollero y sus enemigos naturales en tres agrosistemas de Maiz*. Torrialba, Costa Rica.
- Fernandez, f., & sharkey, m. j. (2006). *introducción a los hymenoptera de la región neotropical*. bogota colombia : sociedad colombiana de entomología y universidad nacional de colombia.
- Flores, H. D. (2009). *Guia tecnica del cultivo de maiz*.
- Galarza, M. (1996). *Aumento de la cosecha de maiz en la sierra* . Santa Catalina: Estacion Experimental .
- Glanstone, S. H. (1991). *Spodoptera Frugiperda Smith (Lepidoptera: Noctuidae) En Maiz sembrado en la epoca seca de Nicaragua*. Managua, Nicaragua.
- Google. (marzo de 2021). *Google Earh*. Obtenido de <https://earth.google.com/web/@12.42263247,-86.85192464,111.83436711a,1118.68593144d,35y,0h,0t,0r>
- Gutierrez, C. G., Maldodano, M. B., & Hernandez, A. G. (2013). Parasitismo natural de Braconidae e Ichneumonidae (Hymenoptera) sobre Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista colombiana de Entomología* , 211 - 215.
- Gutierrez, C. G., Maldodano, M. B., & Hernandez, A. G. (2013). Parasitismo natural de Braconidae e Ichneumonidae (Hymenoptera) sobre Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae) . *revista Colombiana de Entomología* , 211-215.
- Hamada, E., & Ghini, R. (2011). Impactos del cambio climatico en plagas y enfermedades de las plantas en Brasil . *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 195-205.
- Heneidy, A. H., Khidr, A. A., & Taman, A. A. (2015). Side-effects of Insecticides on Non-target Organisms: 1- In Egyptian Cotton Fields. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 685-690.

Hruska, A., & Glandstone, S. (1988). Effect of period and level of infestation of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, on irrigated maize yield. *Florid. Entomologist* 71, 249 - 254.

INATEC. (2017). *Manual de protagonistas granos basicos*.

INETER. (9 de Enero de 2021). Obtenido de <https://www.ineter.gob.ni/met.html>

INTA. (3 de Abril de 2010). Obtenido de www.inta.gob.ni/biblioteca/.../pdf/.../GUIA%20MAIZ%202010%202DA%20EDICI O...

Lorio, A. (21 de Junio de 2013). Gusano ataca a Maíz en ocotil. *La Prensa*, pág. 8.

Lorio, A. (27 de Junio de 2015). La prensa . *Magfor descarta riesgos en el maiz*, pág. 2.

Martinez, M. L., Olivares, V. C., & Jarquin, R. L. (2012). Parasitismo Natural de larvas de *spodoptera frugiperda* (Smith) en Etila, Oaxaca. *XXXV Congreso nacional de control biologico* , (págs. 344-347). Puebla, Mexico.

Mendoza, R. M. (1986). *Parasitoides del gusano cogollero Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) en Maiz en la zona Atlantica de costa Rica*. Turrialba - Costa Rica.

Mendoza, R. M. (1986). *Parasitoides del gusano cogollero Spodoptera frugiperda en maiz en la Zona Atlantica de COSTA RICA*. Turrialba - Costa Rica.

Morales, J. (2003). Manejo del gusano cogollero del maiz utilizando extratos de plantas. *cooperacion tcnica CORPOICA-universidad del Sinu*, 10.

Moreno, C. E. (2001). *Metodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza.

Mota., R., Canciano, R., Blanco, C., Carreón, T., & Andrey, K. (2013). Avispas Ichneumoideas que atacan al gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maiz (*Zea mays* L) En Mexico. *Agroproductividad*, 28 - 31.

Ordanzas, B. (2010). Biopesticidas: Tipos y aplicaciones en el control de plagas agricolas. *Agro productividad Vol 10*, 31 - 36.

- Ortiz, F. (2010). *Diccionario de especialidades agroquimicas*. Ecuador: Thomson PLM del Ecuador.
- Pec, M. (15 de Agosto de 2012). *SCRIB*. obtenido de scrib: <https://es.scribd.com/document/128332036/parasitoides-asociados-a-larvas-de-gusano-cogollero-spodoptera-frugiperda-j-e-smith-en-el-departamento-de-chimaltenango>
- Pliego, H. (17 de Junio de 2020). *Panorama Cultural*. Obtenido de <https://panoramacultural.com.co/gastronomia/3676/el-maiz-su-origen-historia-y-expansion>
- Robles, S. (1995). *Mejoramiento de la expansion en Maices palomeros seleccionada por densidad especifica*. Mexico.
- Romero, L., Cisnero, J., Rojas, J., Carreon, F., & Malo, E. (2020). Attraction of *Chelonus insularis* to host and host habitat volatiles during the search of *Spodoptera frugiperda* eggs. *Biological Control*, 50-60.
- Sabelis, N. W. (1995). Spider mites their biology natural enemies and control. world crop pests, 75 - 89.
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). En *The mathematical theory of communication* (pág. 144). Chicago: University of Illinois press urbana.
- Soza, E. C. (2009). *Evaluacion de parasitismo natural en Spodoptera frugiperda (smith) (Lepidoptero: Noctuidae) en maiz*. Oaxaca, Mexico.
- Suarez, A. (7 de Marzo de 2018). *EcuRed*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Chelonus_insularis_Cresson
- Tougeron, K., Damien, M., Lam, C. L., & Baaren, J. B. (2018). Repuesta rapida de las comunidades de afidos y parasitoides invernales alcalentamineto global. *Ecologia y evolucion de los parasitoides*, 173. doi:10.3389/fevo.2018.00173

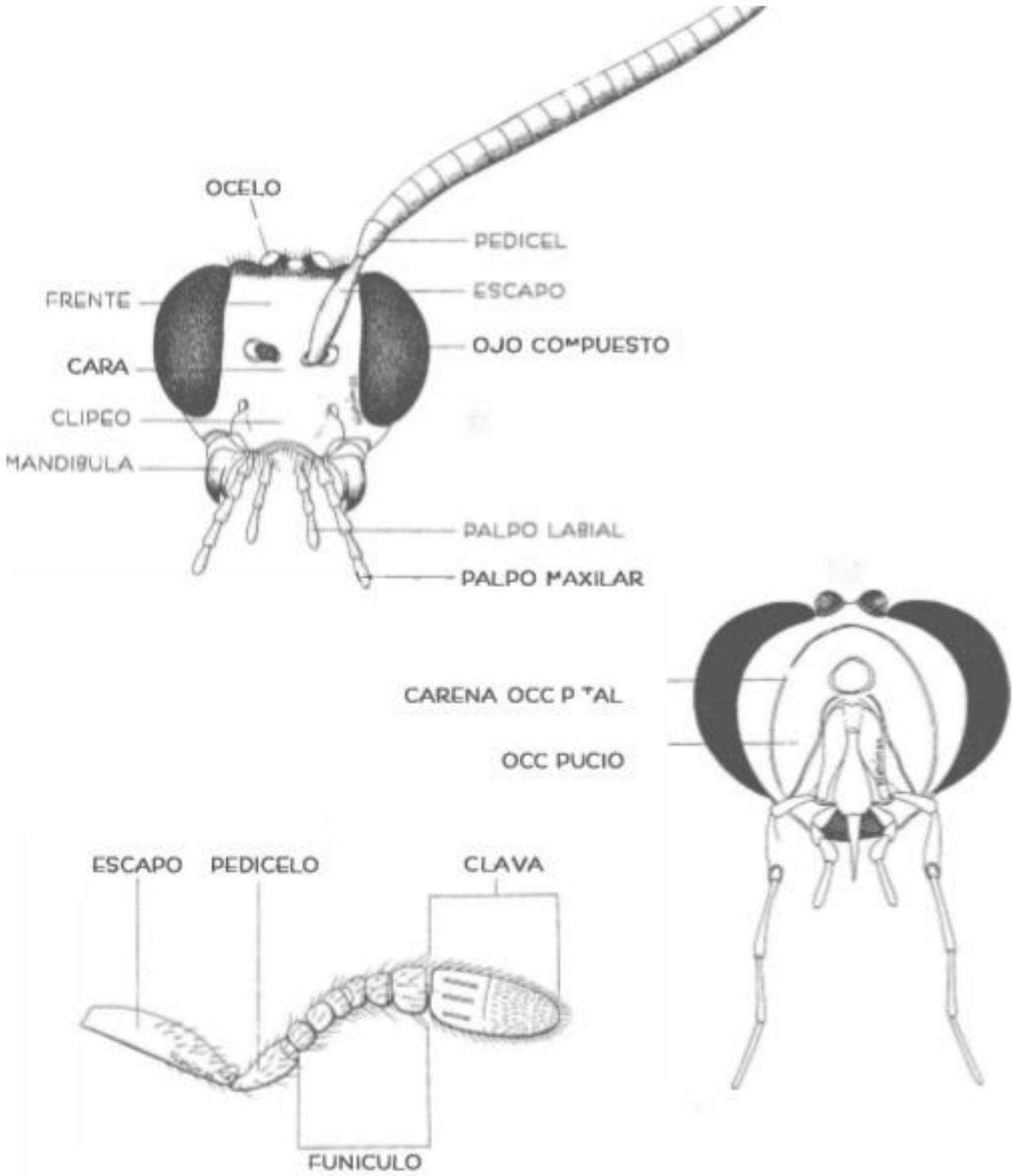
- Trejo, H., Hernandez, O., Santillan, L., Velascos, R., Fuentes, V., & Herrera, R. (2018). Insectos beneficos asociados al control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maiz (*Zea mays*). *Agroproductividad Vol 11*, 9 - 14.
- Velasco, C. R., Morales, G. G., Castro, C., Rubio, K. U., Campos, J. C., & Garcia, R. V. (2011). primer registro de *Archytas marmoratus* y *Voria ruralis* (Diptera: Tachinidae) y sus niveles de parasitoidismo en dos lepidópteros plaga en Coahuila, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 577-582.
- Villavicencio, J. Y., & Martínez, L. M. (2018). *Presencia del gusano cogollero y su parasitismo*. Mexico.
- Zamora, S. M., Gutierrez, Y. G., & Gutierrez, C. (2006). Manejo de insectos y enfermedades en sorgo. *La Nicaragua de hoy, Managua Nicaragua*, 43.

IX. ANEXO

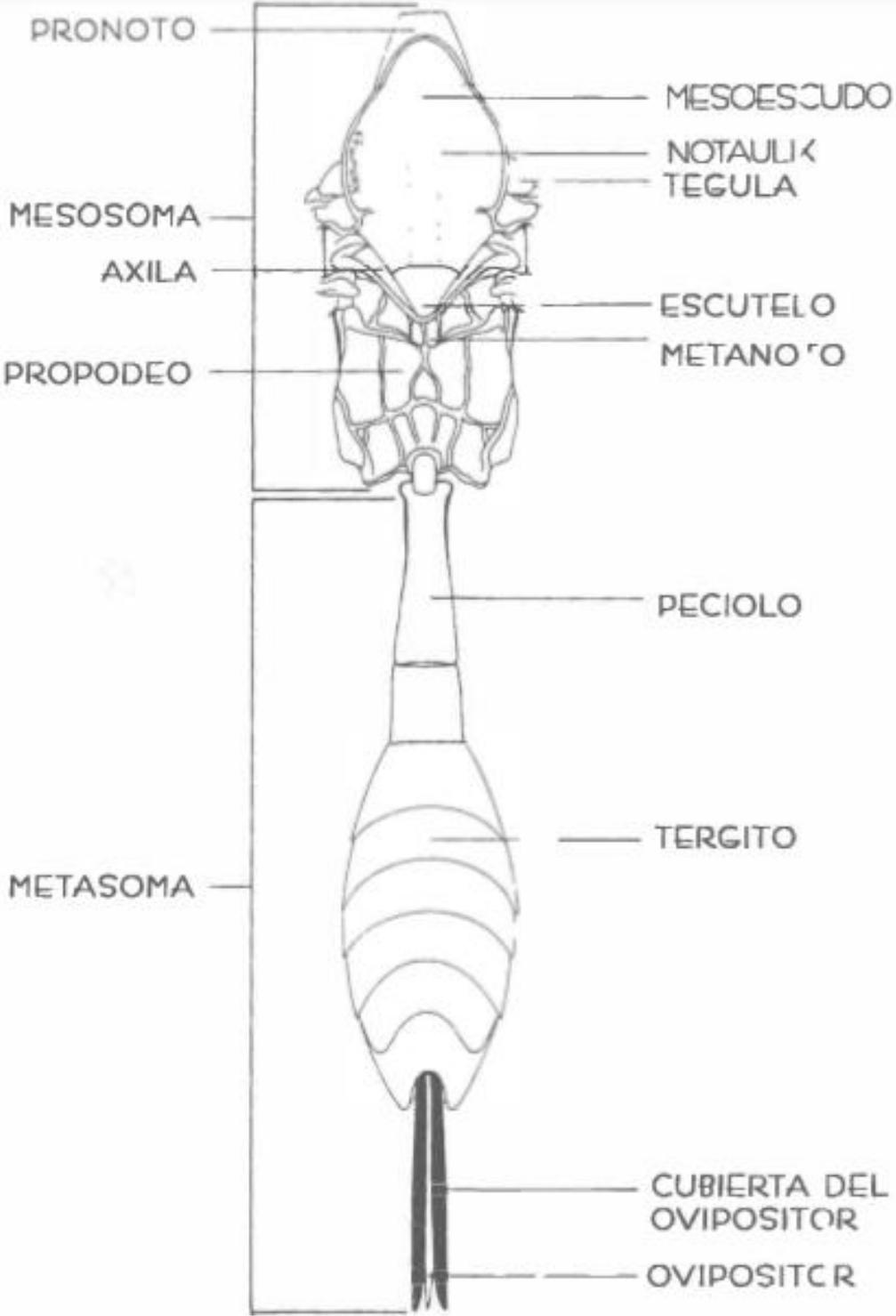
Anexo 1: Ubicación de los sitios de muestreos de larvas de *S. frugiperda* en el departamento de León, Chinandega y Estelí (Google, 2021).

Localidad	Fecha colecta	Manejo	Ubicación	Altura
Estelí: La virgen	ene-19	Convencional	N13°9'28.404" W86°22'56.674"	925
Estelí: Ucatse	jun-19	Convencional	N13°14'51.15" W86°22'32.430"	943
Estelí: La libertad	jun-19	Agroecológica	N13°16'41.88" W86°23'23.58"	987
Estelí: Isiqui	ene-19	Agroecológica	N13°7'9.24" W86°13'34.54"	999
Estelí: Piedra larga arriba	jun-19	Agroecológica	N13°17'58.98" W86°21'32.63"	682
Estelí: La virgen 2	feb-21	Convencional	N13°9'28.404" W86°22'56.675"	925
Estelí: El cebollal	feb-21	Agroecológica	N13°14'7" W86°15'37"	1387
Estelí: Santa rosa	feb-21	Convencional	N13°12'14" W86°19'41"	892
Chinandega: Palo de rueda	jun-19	Agroecológica	N13°5'55.90" W86°49'2.06"	137
Chinandega: Santa teresa	jun-19	Agroecológica	N13°3'41.76" W86°52'31.550"	57
León: ECAV 1	ene-19	Agroecológica	N12°25'24.671" W86°51'24.671"	122
León: ECAV 2	ene-20	Agroecológica	N12°25'24.671" W86°51'24.671"	122
León: ECAV 3	jun-20	Agroecológica	N12°25'24.671" W86°51'24.671"	122
Achuapa: La perla 1	ene-19	Agroecológica	N13°2'54.483" W86°36'303"	288
Achuapa: La perla 2	feb-21	Agroecológica	N13°3'11" W86°35'36"	321

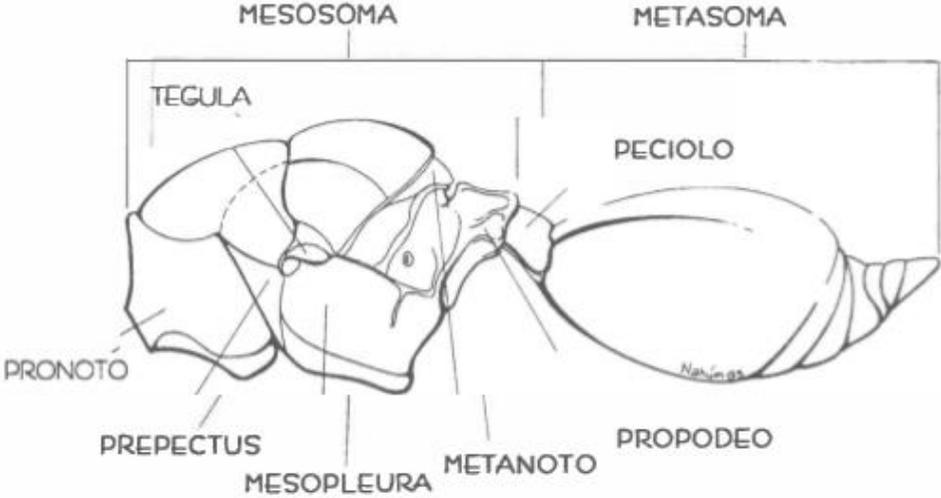
Anexo 3; Vista frontal y posterior de la cabeza de un Ichneumonido (Cave, 1995)



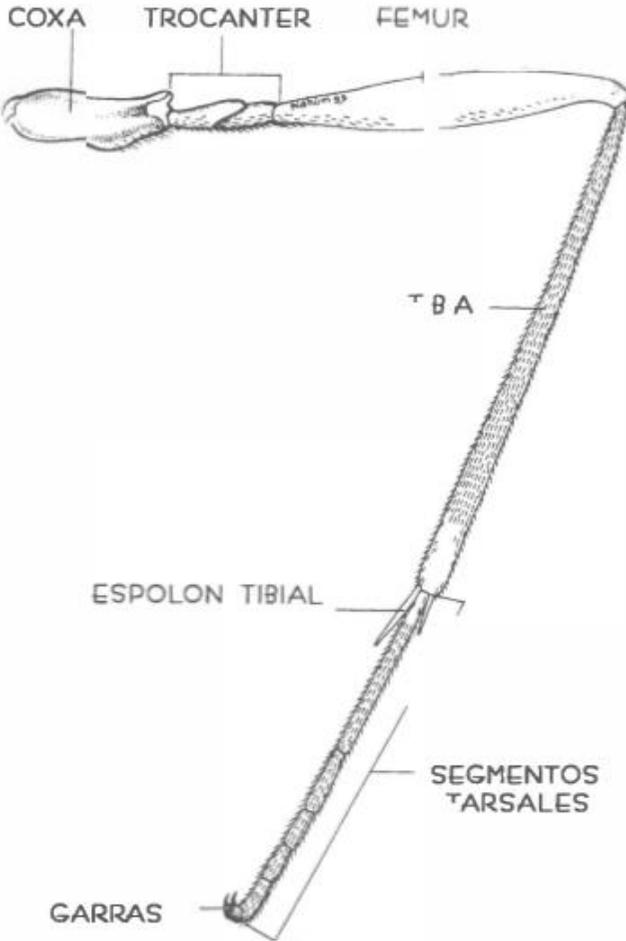
Anexo 4: Vista dorsal del mesosoma y el metasoma de un Ichneumonido (Cave, 1995).



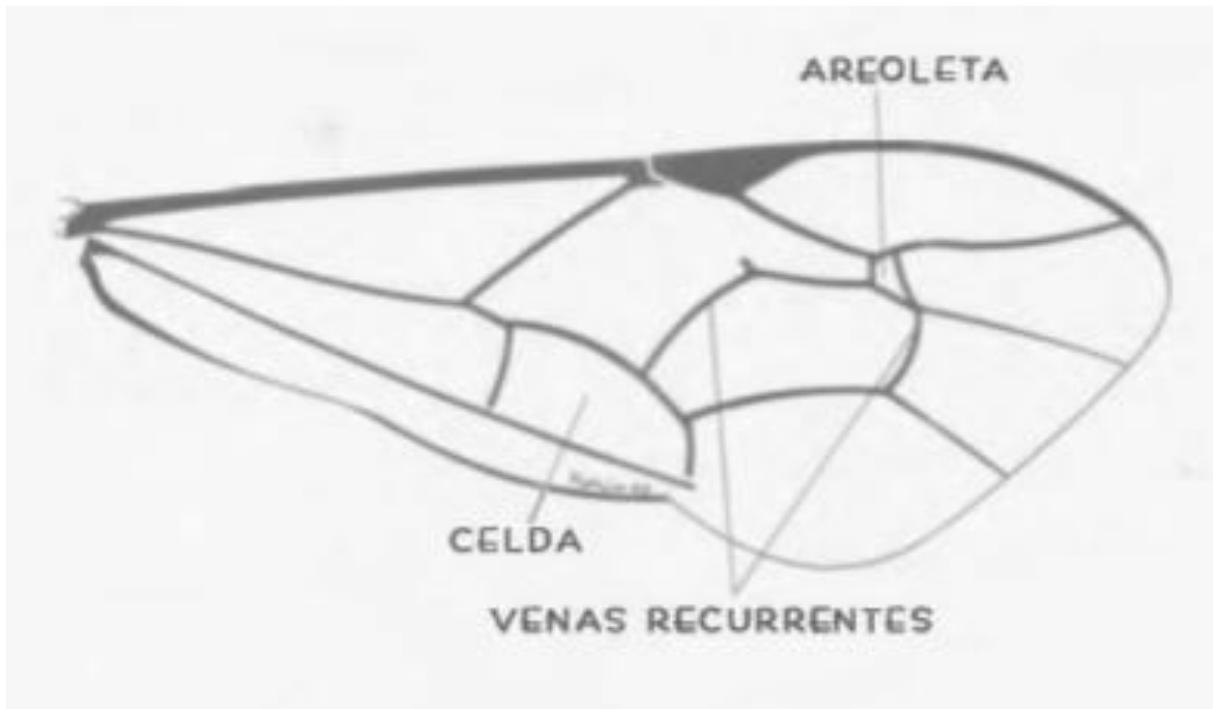
Anexo 5: Vista lateral del mesosoma y metasoma (Cave, 1995)



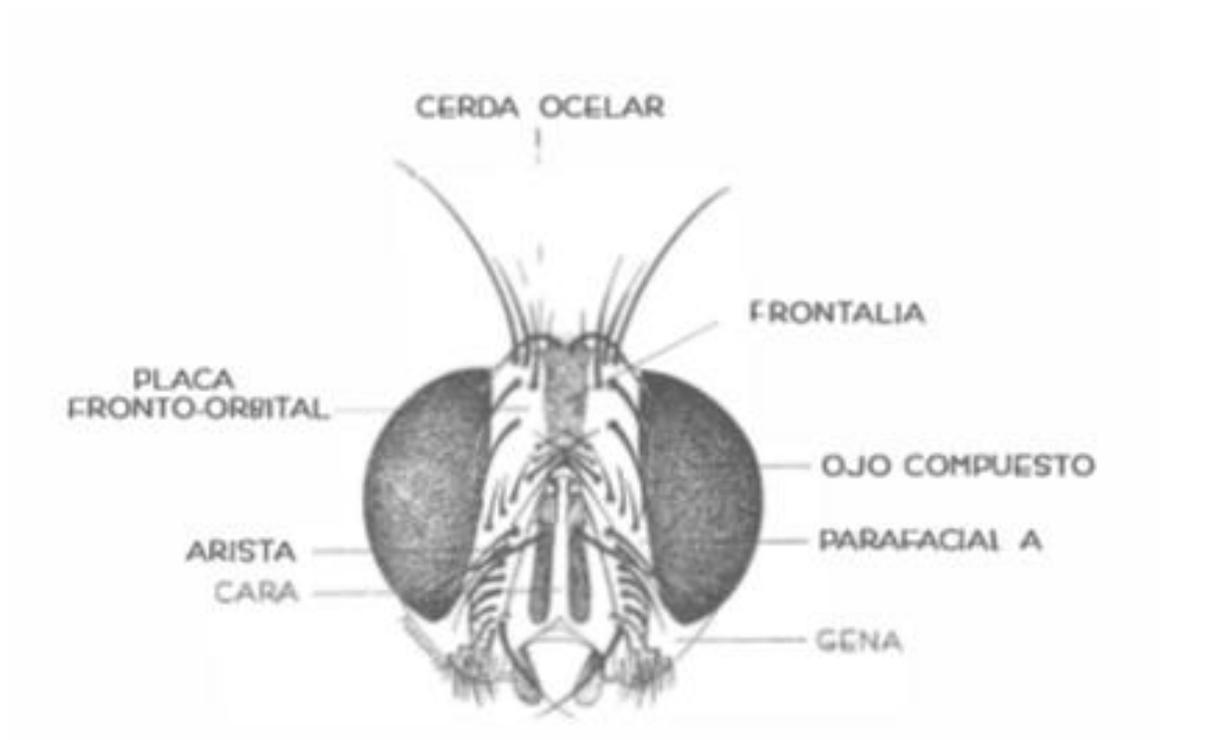
Anexo 6: Pata insectil



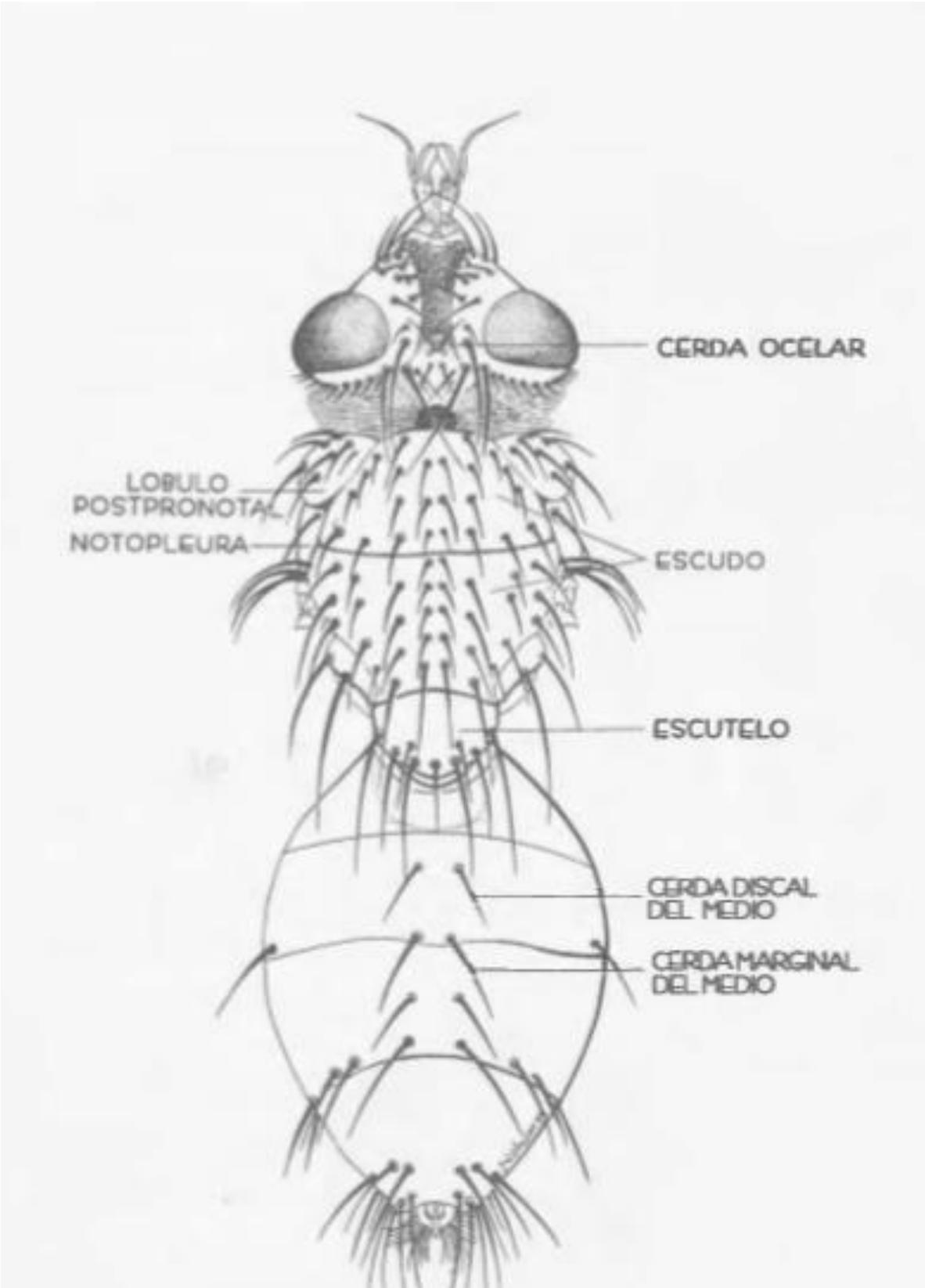
Anexo 7: Alas anteriores Ichneumonides (Cave, 1995)



Anexo 8: Vista Frontal de la cabeza de un Tachínido (Cave, 1995)



Anexo 9: Vista dorsal del cuerpo de un Tachínido (Cave, 1995)



Anexo 10: Vista lateral del cuerpo de un Tachínido (Cave, 1995)



Anexo 11: Desarrollo de la investigación

