

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS**

**"EVALUACION DE TRES PARASITOIDES SOBRE EL NIVEL DE
POBLACIONES DE Musca domestica Linneo, EN LA ALDEA LAS
TROJES, AMATITLAN, GUATEMALA"**

TESIS

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

LAURA VERONICA LOPEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

**INGENIERO AGRONOMO
EN
SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO**

GUATEMALA, JULIO DE 2001

D2
01
+ (1983)

ii

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO

VOCAL PRIMERO

VOCAL SEGUNDO

VOCAL TERCERO

VOCAL CUARTO

VOCAL QUINTO

SECRETARIO

Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera

Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello

Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle

Ing. Agr. Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa

Prof. Abelardo Caal Ich

Br. José Baldomero Sandoval Arriaza

Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada

Guatemala, julio del 2001.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Distinguidos miembros:

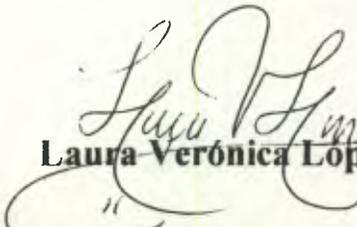
De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

**"EVALUACION DE TRES PARASITOIDES SOBRE EL NIVEL DE POBLACIONES
DE Musca doméstica Linneo, EN LA ALDEA LAS TROJES, AMATITLAN,
GUATEMALA"**

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado de Licenciado.

Esperando que la presente investigación llene los requisitos para su aprobación, me suscribo de ustedes.

Atentamente,


Laura Verónica López

ACTO Y TESIS QUE DEDICO

A:

DIOS

Padre celestial, que iluminas mi entendimiento, por darme la sabiduría y guiarme en todo momento, Gracias Padre por la vida y todas las cosas en la que descubro tu Divina Providencia, gracias por ese inmenso amor que me tienes y que nos muestras en la naturaleza, en la gente y en todo aquello que lleva tu soplo de vida.

AL NIÑO JESUS

Gracias Niñito por ser nuestro modelo y auxilio, porque, así en el silencio, nos acompañas, nos brindas tu amor y nos das tu protección.

MI MADRE

Marta Elena López Bonilla

Por su enorme sacrificio, comprensión, amor y palabras de aliento, gracias mami por todo lo que ha hecho de mí, que el Señor le bendiga siempre.

MI HERMANA

Silvia Carolina Guzmán López

Ser abnegado quién con su trabajo, dedicación y amor, forma parte esencial de este triunfo, gracias a ti hermana por tu ejemplo de fortaleza, por tu cariño y apoyo que siempre me has brindado.

MI NOVIO

HUGO MERIDA Ser especial en mi vida, por el cariño, comprensión, y apoyo que siempre me has brindado.

AGRADECIMIENTOS

A

Mis asesores

Ing. Agr. MSc. Alvaro Hernández Dávila
Ing. Agr. MSc. Roderico Estrada Muy

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

A

Este trabajo de investigación fue realizado con el apoyo de la Empresa Productos Avícolas S.A (PROAVISA), y los señores José Manuel Segovia y Oscar Segovia Gracias por su apoyo y su colaboración.

Mis compañeros de trabajo en PROAVISA, durante la realización de mi Ejercicio Profesional Supervisado, gracias por su amistad sincera y los Momentos compartidos.

Mis amigas

Paola Castillo y
Leslie Palencia
Gracias por su cariño y toda su ayuda.

Dr. Rolando Rodas por su colaboración e interés en la realización de este trabajo de investigación.

Bioagroservicios y al Señor Amílcar Casassola. Por su colaboración, y ayuda en la obtención de los Parasitoides utilizados para la investigación.

CONTENIDO GENERAL

Indice de cuadros		viii
Indice de figuras		x
Resumen		xi
1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3.	MARCO TEORICO	3
3.1	Marco Conceptual	3
3.1.1	Control biológico	3
3.1.2	El desarrollo histórico del control biológico	4
3.1.3	El campo del control biológico	5
3.1.4	Limitaciones para el uso del control biológico de plagas en Guatemala	5
3.1.5	Principios del manejo integrado de plagas	6
3.1.6	Establecimiento del sistema de manejo integrado de plagas	6
3.1.7	Manejo integrado de la <i>Musca domestica</i> (L)	7
3.1.8	Métodos de control de plagas	7
3.1.9	Control microbiano	8
3.1.10	Ventajas del control microbiano	9
3.1.11	Desventajas del control microbiano	10
3.1.12	La <i>Musca domestica</i> (L.) (Díptera: Muscidae)	10
3.1.13	Clasificación de la <i>Musca domestica</i> (L)	11
3.1.14	Ciclo de vida de la <i>Musca domestica</i> (L)	12
3.1.15	Control biológico de <i>Musca domestica</i> (L)	15
3.1.16	Parasitoides de <i>Musca domestica</i> (L)	16
3.1.17	Clasificación Taxonómica de los insectos parasitoides	17
3.1.18	Características del orden Himenóptera	18
3.1.19	Características de la familia Pteromalidae	19
3.1.20	Como actúa el parasitoide de <i>Musca domestica</i> (L)	20
3.1.21	Cuando hacer las liberaciones de parasitoide	21
3.1.22	Depredadores	21
3.1.23	Parasitoides (avispa)	22
3.1.24	Procedimiento para la eliminación de la <i>Musca domestica</i> (L)	24
3.1.25	Disponibilidad de diversas especies de avispa parasitoides	26
3.1.26	Efectividad del uso de parasitoides	26
3.1.27	Uso de control cultural y biológico en la Avicultura	27
3.1.28	Manejo preventivo de la <i>Musca domestica</i> (L)	27
3.1.28.1	Factores críticos	27
3.1.28.2	El manejo del abono es crítico	28
3.1.28.3	El control del agua es esencial	28
3.1.29	Programa de control de plagas con parasitoides	28
3.1.30	Parasitoides de mosca y su proporción a usar	28
3.1.31	Características biológicas de los parasitoides adultos	29
3.1.32	Período de los parasitoides antes del apareo	30

3.1.33	Hábitos de apareo de los parasitoides	31
3.1.34	Período de preoviposición de los parasitoides	31
3.1.35	Nutrición de los parasitoides adultos	32
3.1.36	Ovisorción de los parasitoides	33
3.1.37	Comportamiento del parasitoide en la selección del huésped	34
3.1.38	Manera y lugar para la oviposición	34
3.1.39	Utilización del ovipositor	35
3.1.40	Mecanismos de fertilización, determinación del sexo, y regulación de la relación del sexo	35
3.1.41	Estados de desarrollo de los parasitoides	36
3.2	MARCO REFERENCIAL	37
3.2.1	Descripción general del lugar	37
3.2.2	Colindancias	37
3.2.3	Vías de acceso	37
3.2.4	Temperatura	38
3.2.5	Precipitación pluvial	38
3.2.6	Topografía	38
4.	OBJETIVOS	39
4.1	General	39
4.2	Específicos	39
5.	HIPÓTESIS	40
6.	METODOLOGÍA	41
6.1	Tratamientos	41
6.2	Unidad experimental	42
6.3	Diseño experimental	42
6.4	Aleatorización	42
6.5	Variable de respuesta	42
6.6	Análisis de la información	43
6.7	Modelo estadístico	43
6.8	Análisis estadístico	44
7.	RESULTADOS	45
7.1	Porcentaje de parasitismo	45
8.	CONCLUSIONES	53
9.	RECOMENDACIONES	54
10.	BIBLIOGRAFÍA	55
11.	APÉNDICE	58

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Métodos de control usados en el manejo integrado de plagas	8
Cuadro 2	Clasificación taxonómica de la <i>Musca domestica</i> (L)	12
Cuadro 3	Clasificación Taxonómica de los insectos parasitoides usados para el control biológico de la <i>Musca domestica</i> (L)	18
Cuadro 4	Especies de parasitoides utilizados y su información general	24
Cuadro 5	Parasitoides de mosca y proporción a usar	29
Cuadro 6	Resultado del análisis de varianza para el porcentaje de parasitismo de las tres Lecturas . En la aldea Las Trojes, Amatitlán Guatemala (2000-2001)	29
Cuadro 7	Prueba de medias Dunnett en las 3 lecturas, de % de parasitismo en la Evaluación de tres parasitoides para el control de <i>Musca domestica</i> (L) Aldea las trojes, Amatitlán Guatemala	46
Cuadro 8	Cuadro de medias de las tres lecturas	46
Cuadro 9	Prueba de medias Tukey para el porcentaje de parasitismo, en la lectura 1 en la evaluación de tres parasitoides para el control de <i>Musca domestica</i> (L). Aldea las Trojes Amatitlán Guatemala (2000-2001)	47
Cuadro 10	Prueba de medias Tukey para la lectura 2 del porcentaje de parasitismo de tres parasitoides para el control de <i>Musca domestica</i> (L). Aldea las Trojes, Amatitlán Guatemala (2000-2001)	47
Cuadro 11	Prueba de medias Tukey para la lectura 2 del porcentaje de parasitismo de tres parasitoides para el control de <i>Musca domestica</i> (L). Aldea las Trojes, Amatitlán Guatemala (2000-2001)	48
Cuadro 12	Análisis de varianza combinado para el porcentaje de parasitismo tomando Las lecturas como un segundo factor para el control de la <i>Musca domestica</i> (L). Aldea Las Trojes, Amatitlán Guatemala (2000-2001)	50
Cuadro 13	Prueba de medias Dunnett para el efecto de tratamientos realizada al porcentaje de parasitismo, para el control de <i>Musca domestica</i> (L). Aldea las Trojes, Amatitlán Guatemala (2000-2001)	50

Cuadro 14	Prueba de medias Tukey en el análisis combinado tomando las lecturas como un segundo factor realizada a la evaluación de tres parasitoides para el control de la <i>Musca domestica (L)</i> Aldea las Trojes Amatitlán. Guatemala	51
Cuadro 15A.	Número de moscas nacidas en las 3 lecturas	70
Cuadro 16A.	Programa SAS, para las tres lecturas, realizada al porcentaje de parasitismo	71
Cuadro 17A.	Programa SAS, para la interacción trat*lectura	72

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Promedio del porcentaje de parasitismo en las tres lecturas durante la evaluación de tres parasitoides para el control de <i>Musca domestica</i> (L.) Aldea las Trojes Amatitlán Guatemala (2000-2001)	49
Figura 2A.	Ubicación de la aldea las Trojes	59
Figura 3A.	Mapa de acceso a la granja	60
Figura 4A.	<i>Musca domestica</i> (L).	61
Figura 5A.	Ciclo de vida de la <i>Musca domestica</i> (L).	62
Figura 6A.	Estadios de la pupa de la <i>Musca domestica</i> (L)	63
Figura 7A.	Diagrama del ciclo de vida del parasitoide <i>Spalangia endius</i> (Wlk)	64
Figura 8A.	Diferentes estadios del parasitoide <i>Spalangia endius</i> (Wlk)	65
Figura 9A.	Parasitoide <i>Spalangia endius</i> ovipositando en la pupa de la <i>Musca domestica</i> (L)	66
Figura 10.	Diferentes estadios del parasitoide <i>Spalangia endius</i> al ovipositar una pupa de <i>Musca domestica</i> a) Huevo de parasitoide <i>Spalangia endius</i> en la superficie de la pupa de <i>M. domestica</i> b) Parasitoide <i>S. endius</i> en tercer estado larval c) Pupa de parasitoide cambiando a estado adulto d) Pupa de parasitoide <i>Spalangia endius</i> (Wlk) cambiando a parasitoide adulto emergiendo de la pupa de <i>M. domestica</i>	67
Figura 11A.	Caja utilizada como unidad experimental	68
Figura 12A.	Diseño experimental	69

**"Evaluación de tres parasitoides sobre el nivel de poblaciones de Musca doméstica
Linneo, en la Aldea Las Trojes, Amatitlán, Guatemala".**

**Evaluation of three parasites effect on Musca doméstica Linnaeus, populations in Las
Trojes, Amatitlán, Guatemala.**

(RESUMEN)

En el municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala, Aldea Las Trojes, se encuentra la empresa "Productos Avícolas S.A." la cuál, su actividad principal es la producción de huevos de mesa y lugar donde se realizó el experimento.

En dicha empresa la plaga de *Musca domestica* (L) es combatida actualmente con productos químicos, los cuáles producen efectos colaterales indeseables, tanto en animales como en el humano. En general, la estrategia de control químico es la más empleada, pero el uso exclusivo de ello ha generado problemas de intoxicaciones en animales y seres humanos, y contaminación de agua. Efectos negativos sobre la fauna benéfica y el aumento de la resistencia genética de esta plaga hacia los principios activos usados.

La presencia de la población de *M. domestica* es molesta para las gallinas pues causa estrés físico, y es transmisora de bacterias y enfermedades. Además las altas poblaciones causan contaminación y riesgo a la salud del ser humano.

Una de las nuevas alternativas para el control biológico de *M. domestica* es el uso de himenópteros parasitoides (microavispa), los cuales son usados para destruir pupas de *M. domestica*. El control biológico

con parasitoides es efectivo y posee varias ventajas sobre el control químico: no causa efectos tóxicos, no afecta negativamente al ecosistema por ser parte del control natural. Los parasitoides atacan el estado de la pupa de la mosca, no causan daño a las plantas, animales, ni a los humanos, son de hábitos nocturnos, ayudan a la polinización, ya que en estado adulto se alimentan del polen de las flores y el rocío.

En la presente investigación se evaluaron tres especies de parasitoides *Spalangia endius* (Wlk), *Muscidufurax zaraptor* (Kogan y Legner), y *Muscidufurax raptorellus* (Kogan y Legner), se utilizó un diseño completamente al azar desbalanceado, con tres repeticiones en el tiempo, durante los meses de noviembre a enero del 2001.

En las condiciones que se desarrolló la investigación, el parasitoide *S. endius*, obtuvo el mayor porcentaje de parasitismo 92%, mientras que *M. zaraptor* y *M. raptorellus*, produjeron un porcentaje de 83 y 85% de parasitismo respectivamente.

1. INTRODUCCION

La *Musca domestica* (L). es un insecto díptero que pertenece a la familia Muscidae y constituye uno de los animales artrópodos que más problemas causa al hombre y a los animales. El insecto referido se encuentra en casi todas las localidades del mundo y sus poblaciones representan aproximadamente el 98% de las moscas que causan molestias en los hogares (6).

La *M. domestica* cobra relevancia como principal problema en la empresa "PRODUCTOS AVICOLAS S.A.", la cuál tiene producción de huevo de mesa, específicamente el problema tiene impacto en la crianza de gallinas estabuladas. Para que las aves logren un buen desarrollo y al ser trasladadas a las galeras de postura logren una producción normal de huevos, la presencia de la mosca es molesta y causa estrés, produce contaminación y es transmisora de bacterias y enfermedades lo cual puede hasta producir la muerte de las aves (27). Se ha demostrado que la *M. domestica* transporta agentes patógenos infecciosos causantes de más de 20 enfermedades, (tifoidea, cólera y otras) que afectan tanto al hombre como a los animales (6).

El control biológico que se usó para el control de *M. domestica* consistió en la utilización de los insectos parasitoides *Spalangia endius* (Wlk), *Muscidufurax zaraptor* (Kogan y Legner), *Muscidufurax raptorellus* (Kogan y Legner), el cuál se evaluó por medio de un diseño completamente al azar desbalanceado con tres repeticiones en el tiempo.

El insecto parasitoide *S. endius*, (Himenóptera: Pteromalidae), fue el que produjo una tendencia significativa mayor, con un porcentaje promedio de 92% de parasitismo, mientras que *M. zaraptor*, y *M. raptorellus*, produjeron porcentajes promedios similares de 83 y 85% de parasitismo respectivamente.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la producción avícola, para lograr una buena producción de huevo, se requiere que las gallinas cumplan con varias condiciones, que incluye: peso, edad, tamaño adecuado y un aspecto muy importante, estar libre de enfermedades. Las aves enfermas llegan a disminuir su producción, y los gastos de control hacen que los costos de producción asciendan ^a-. La *Musca domestica* (L). causa el problema de estrés físico y biológico, contaminación y es transmisora de agentes patógenos que causan enfermedades, lo cual puede producir la muerte de las aves (27).

Para evitar la contaminación, y transmisión de enfermedades, se han utilizado varios productos químicos, muchas veces usados inadecuadamente, lo que ha producido daños al medio ambiente y a la salud humana, creando también mecanismos de resistencia en las moscas a varios insecticidas (31). Asimismo, existe poca información sobre alternativas de control biológico para controlar la *M. domestica*, por lo que este estudio aporta información técnica para el control biológico, mediante el uso de insectos parasitoides.

^a-. PALENCIA, L. 2000. Condiciones para una buena producción de huevo.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 Control Biológico:

Nicholls (24), citando a DeBach y Rosen (1991) definen " El control biológico lo define como la acción de parasitoides, depredadores y entomopatógenos, que mantienen la densidad de la población de un organismo plaga en un promedio menor del que ocurriría en su ausencia". El control biológico puede ser autosostenido y se diferencia de otras formas de control, porque actúa dependiendo de la densidad de la población de plagas. De esta manera, los enemigos naturales aumentan en intensidad y destruyen una gran parte de la población de plagas, en la medida que ésta aumenta en densidad y viceversa.

En un sentido estrictamente ecológico, la aplicación del control biológico puede ser considerado como una estrategia válida para restaurar la biodiversidad funcional en ecosistemas agrícolas mediante las técnicas clásicas o aumentativas de control biológico, incrementando la concurrencia natural de depredadores y parasitoides a través de la conservación y el manejo del hábitat (24).

El control biológico clásico es la regulación de la población de una plaga mediante enemigos naturales exóticos (parasitoides, depredadores y/o patógenos) que son importados con este fin. Habitualmente, la plaga clave es una especie exótica que ha alcanzado una alta densidad poblacional en el nuevo ambiente, debido a condiciones más favorables que en su lugar de origen. Por lo tanto, la introducción de un enemigo natural específico, auto reproductivo, dependiente de la densidad, con alta capacidad de búsqueda y adaptado a la plaga exótica introducida, resulta ser un controlador permanente (24).

Frecuentemente, debido a que los agentes de control biológico son cuidadosamente seleccionados para que se adapten mejor a sus huéspedes, éstos se diseminan espontáneamente a través de todo el rango de sus hospederos, para realizar un control biológico efectivo a un costo relativamente bajo (24).

Según DeBach (13), "Control biológico es la regulación, por medio de enemigos naturales de la densidad de la población de otro organismo a un promedio menor del que existiera en ausencia de tales enemigos". Esta definición referida a especies de insectos, es la forma de presentar el control biológico natural que tiene un enfoque ecológico, sin intervención del hombre. Cuando el hombre usa los enemigos naturales da lugar al control biológico aplicado.

El hombre se ha visto en la necesidad de buscar y descubrir insectos exóticos que se alimentan de otros insectos, de transportarlos, criarlos y establecerlos en lugares ajenos a su origen, dando lugar al Control Biológico Clásico (19).

Por otro lado, el uso y cultivo de entomopatógenos se ha denominado Control Microbiano. Sin embargo, el manejo de enemigos naturales insectiles o enemigos naturales entomopatógenos cae dentro del campo del control biológico (19).

3.1.2 EL DESARROLLO HISTORICO DEL CONTROL BIOLOGICO

Algunos técnicos consideran que el control biológico en su sentido más amplio es como debe abarcar el uso de antibióticos en medicina, el control biológico de plagas de vertebrados, malas hierbas, insectos y las enfermedades de los cultivos. Obviamente, cualquier intento para cubrir completamente su desarrollo histórico requeriría un verdadero tratado sobre la historia de la ciencia biológica en sí (13).

El control biológico de las plagas agropecuarias se ha desarrollado con la agricultura moderna y ha sido concomitante con la acelerada adquisición y aplicación de conocimientos en biología, en el último siglo (13).

La fusión de los conocimientos biológicos y agrícolas que produjeron el control biológico ocurrieron en el siglo XIX. La primera demostración importante de control biológico ocurrió en California en el año de 1888, hace más de un siglo (13).

3.1.3 EL CAMPO DEL CONTROL BIOLÓGICO

El estudio, importación, incremento y conservación de los organismos benéficos para la regulación de las densidades de población de otros organismos abarcan el campo del control biológico. Particular énfasis se ha puesto sobre insectos, plagas, ácaros y malas hierbas. Cada una de las anteriores palabras claves, estudio, importación, incremento y conservación, tienen un significado particular que cubre una fase discreta del campo del control biológico (13).

Se cree que es extremadamente importante la definición de control biológico, por ejemplo, el campo del control biológico, una definición adecuada puede ser: "el estudio y utilización de parasitoides, depredadores y patógenos en la regulación de las densidades de las poblaciones del hospedero". El uso de la palabra "estudio" en la definición permite la inclusión de muchos aspectos del campo que podrían ser dejados fuera en una definición que asentará que el control biológico concierne únicamente a la utilización de enemigos naturales por el hombre (13).

3.1.4 Limitaciones para el uso de Control Biológico de Plagas en Guatemala

Las principales limitaciones que se tiene en Guatemala para el uso de este control son las siguientes (15):

- Carencia de suficiente personal debidamente preparado para impulsar programas de alcance nacional.
- Poca disponibilidad de organismos benéficos (cepas de hongos, bacterias, insectos, virus, etc.) para el control biológico a escala comercial.
- Falta apoyo de las Universidades y del sector público en programas de investigación para fomentar la aplicación del control biológico.
- Falta capacitación de sus técnicos agrícolas y programas de transferencia tecnológica para impulsar el control biológico.
- Falta líneas de crédito para financiar la producción industrial de agentes de control biológico en el país.
- Poca iniciativa de los inversionistas y empresarios para desarrollar empresas ligadas al control biológico.

3.1.5 Principios del Manejo Integrado de Plagas

El manejo integrado de plagas (MIP), según Bottrel 1974, citados por Hernández (19) "Es la selección, integración e implementación del control de plagas basadas en consecuencias económicas, ecológica y sociológica predecibles".

Los principios básicos del MIP son los económicos, los ecológicos y los sociales. Estos principios se basan e incluyen fundamentos que forman la estructura MIP, los cuales se resumen a continuación:

- La integración de disciplinas (Entomología, Estadística y Fitopatología).
- La integración de estrategias (objetivos) y tácticas (métodos de control).
- La existencia y conservación del control natural.
- El conocimiento del sistema de producción.
- El entendimiento del contexto socioeconómico y político.

3.1.6 Establecimiento del sistema de manejo integrado de plagas

El desarrollo ordenado y adecuado de los programas de manejo integrado, exige un buen fundamento científico y el desarrollo de la información en los aspectos siguientes (16):

- a) La biología general, comportamiento, fenología y distribución de las principales plagas.
- b) Niveles de población de plagas que pueden ser toleradas, sin pérdidas importantes.
- c) Los principales factores de mortalidad natural que regulan la abundancia y dinámica de la población de plagas.
- d) Tiempo y lugar ocurrencia y la significación de los principales depredadores, parasitoides y patógenos.
- e) El impacto de los procedimientos de manejo sobre las plagas, así como sobre los factores de mortalidad natural y el ecosistema general.

La aplicación satisfactoria del manejo integrado de plagas, exige personal convenientemente capacitado a todos los niveles. En la fase de desarrollo, se necesitan especialistas que conozcan bien la biología y la

ecología, y que sean receptivos a los nuevos métodos de manejo integrado de plagas. Por ello hoy, hay que recalcar que los programas de Manejo integrado de plagas, se desarrollan con lentitud, generalmente a base de un proceso escalonado y la complejidad del programa surgen lentamente (16).

3.1.7 Manejo Integrado de la *Musca domestica* (L.)

El manejo integrado de plagas, es el procedimiento ecológicamente orientado, que utiliza diversas técnicas de control, combinadas armónicamente en un sistema de manejo de plagas. Para que alcance la máxima eficacia, deben establecerse los niveles económicos de daño, para determinar en qué momento deben iniciarse las aplicaciones de control. Al mismo tiempo, se hace todo lo posible para preservar agentes de mortalidad bióticos existentes en estado natural, tales como parasitoides, depredadores, entomopatógenos. Cuando se necesitan procedimientos de control artificial (por ejemplo aplicaciones de plaguicidas químicos, liberación de parasitoides, aplicaciones de virus de insectos), se emplean del modo más selectivo que sea posible y únicamente su empleo está justificado desde el punto de vista económico y ecológico (16).

El objetivo final del manejo integrado de plagas, es producir los máximos beneficios, con costo mínimo, teniendo en cuenta las restricciones ecológicas y sociológicas existentes en cada ecosistema y la conservación a largo plazo del medio ambiente (16).

3.1.8 Métodos de Control de plagas

Los distintos métodos de control de plagas se conocen como Tácticas del Manejo Integrado de plagas (Cuadro 1). Las tácticas son herramientas importantes para cumplir nuestros objetivos o metas denominadas Estrategias del MIP. Los distintos métodos de control son:

Cuadro 1 Métodos de control Usados en Manejo Integrado de Plagas (19).

Método	Descripción del Método
Control Biológico	El uso de enemigos naturales.
Control Cultural	Prácticas agrícolas que modifican el ambiente de las plagas.
Control Físico	Uso de luz, sonido, refrigeración, calor.
Control Mecánico	Uso de maquinaria, herramienta o malla metálica.
Control Legal	Aplicación de decretos, reglamentos y leyes para el control de plagas.
Control Autocida	Uso de radiación para esterilización.
Control Fitogenético	Uso de plantas resistentes o tolerantes a plagas.
Control Etológico	Es el uso de feromonas etc.
Control Químico	Es el uso de plaguicidas en la agricultura.

El uso de mas de una táctica garantiza mejor el control de plagas, por lo que es importante su conocimiento y también su aplicación en los cultivos agrícolas. De estas prácticas el control biológico juega un papel muy importante en la agricultura de Guatemala (19).

3.1.9 Control Microbiano

Estrada (15) indica que el control microbiano de las plagas es parte del control biológico. En este se utilizan los microorganismos entomopatógenos como agentes de control de las plagas agrícolas. Las plagas también sufren enfermedades, las cuales pueden ser causadas por nematodos, hongos, bacterias, protozoos, y virus. La rama de la ciencia que estudia las enfermedades se llama patología y en el caso de los insectos se le llama entomopatología .

Muchos hongos, bacterias y virus causan enfermedades de insectos que debilitan a una gran cantidad de plagas que atacan a los cultivos. Este tipo de patógenos beneficiosos ofrece algunas veces un control extraordinario sin la intervención del hombre. Sin embargo este tipo de epidemias no ocurren en forma tal que ya no haya que preocuparse más por las plagas, hay que ayudar a la naturaleza y producir patógenos en forma masiva para controlar una plaga determinada (4, 13).

La utilización de entomopatógenos para el control de insectos depende de la biología y características tanto de los insectos huéspedes, microorganismos patógenos, así como del ambiente. Bucher, citado por DeBach (13), afirma que las poblaciones grandes de insectos son más susceptibles a las epizootias, que las que presentan bajas densidades de población.

Los problemas que presentan los microorganismos entomopatógenos son la especificidad por insectos hospederos que poseen. Además, la efectividad de muchos patógenos de insectos está limitada por su falta de dispersión, ya que según Hall citado por DeBach (13), muchos patógenos tienen un modo de acción parecido a un veneno estomacal, siempre que el hospedero ingiera cantidades suficiente para que acelere la enfermedad y muera. La época de aplicación de aspersiones de microorganismos patógenos también se debe de tomar en cuenta, ya que estos necesitan adaptarse, diseminarse e infectar a los insectos, por lo que es necesario que exista una buena cobertura en las áreas de alimentación en la planta o con el material infeccioso.

3.1.10 Ventajas del control microbiano

Las principales ventajas del control microbiano son las siguientes (13):

1. Son específicos para el insecto que se desea atacar.
2. La mayor parte de microorganismos entomopatógenos son inofensivos a vertebrados u otros.
3. No dejan residuos tóxicos.

4. Ejercen poca influencia en el ambiente, por lo cual los brotes de plagas secundarias son en menor escala.
5. Generalmente no existe o existe mínima resistencia a los patógenos por los insectos.
6. Muchos patógenos son compatibles con parasitoides y depredadores
7. Pueden proporcionar un control a largo plazo.
8. Muchos patógenos son compatibles con una gran variedad de plaguicidas químicos y otros aditivos.
9. Pueden ser fácilmente distribuidos con un equipo convencional de rociar.

3.1.11 Desventajas del control microbiano

El control microbiano tiene las siguientes desventajas (13):

1. La especificidad es grande, por lo tanto no hay control de otras plagas de insectos.
2. Algunos entomopatógenos o sus subproductos son nocivos a vertebrados.
3. Es necesario saber cuando se debe aplicar, que las condiciones ambientales deben ser favorables para el patógeno.
4. Es necesario que exista una buena cobertura de la planta, debido a que la mayoría de los patógenos deben ser ingeridos para causar enfermedad.
5. El tiempo de infección hasta causar la muerte, frecuentemente es largo, y por lo tanto el insecto infectado continúa causando daño.
6. El período de almacenamiento de muchos patógenos no es muy largo.
7. El cadáver del insecto en plantas, no es estéticamente aceptable.

3.1.12 La *Musca domestica* (L.) (Diptera: Muscidae)

La *M domestica*, (figura 4A.), es un insecto que pertenece a la familia de Muscidae, y constituye uno de los animales artrópodos de importancia en la salud humana y animal. Se encuentra en casi todas las

localidades del mundo y sus poblaciones representan aproximadamente el 98% de las moscas que causan problemas de salud y molestias en los hogares (6).

Los problemas que generan son muy variados y su misma presencia es molesta y desagradable. Su costumbre de volar a nuestro alrededor y caminar sobre las personas en labios, ojos, heridas etc. el zumbido que produce, el contacto con nuestra piel principalmente durante períodos de alimentación, trabajo, descanso, diversión o cuando se duerme, su costumbre de caminar y alimentarse en basureros y sitios donde hay materia orgánica en descomposición, excrementos, sedimentos de drenajes, cadáveres y volar o hacer lo mismo sobre alimentos en nuestros hogares, comedores, restaurantes etc., la convierten en un agente ideal para la transmisión de diversos microorganismos productores de enfermedades (1, 6).

La *M. domestica* es cosmopolita, es decir, que se encuentra en todo el mundo y que por sus hábitos y su estructura anatómica, se convierte en un mecanismo extraordinario para transportar organismos patógenos infecciosos al humano y animales. Se estima que en sus patas se pueden adherir hasta seis millones de bacterias, sin embargo, un mayor peligro lo representa la salivación excretada o vómito, ya que está, en ocho y dieciséis veces más contaminado (9).

Se ha demostrado que la *M. domestica* está infectada con agentes patógenos que causan más de 20 enfermedades que afectan al hombre, dentro de las cuales se pueden citar el cólera, la poliomiелitis, fiebre tifoidea y disentería vacilar, entre otras (1, 6).

Varios estudios han demostrado que una *M. domestica* porta un promedio de 1,250.000 bacterias, ya sea en el exterior del cuerpo, en sus patas, alas, canal alimenticio o en sus excrementos (6).

3.1.13 Clasificación de la *Musca domestica* (L)

La *M. domestica*, fue uno de los primeros insectos clasificados (27).

M. domestica, tiene el mismo significado en Rusia como en Japón y Brasil. Parte de este proceso consiste en reunir a las especies de orden jerárquico de acuerdo a sus similitudes un proceso referido a la clasificación (27).

Clasificación significa el reducir un número limitado de diversidad de especies en un número manejable de categorías (27).

Esta jerarquía puede ser ilustrada y ejemplificada para la *M domestica* (cuadro 2).

Cuadro 2. Clasificación Taxonómica de la *Musca doméstica* (L.) según Richard (1971), (27).

CATEGORIA	TAXA
REINO	Animal
FILO	Artrópoda
CLASE	Insecta
ORDEN	Diptera
FAMILIA	<i>Muscidae</i>
GENERO	<i>Musca</i>
NOMBRE CIENTIFICO	<i>Musca domestica</i> (L.)
NOMBRE COMUN	Mosca doméstica

3.1.14 Ciclo de Vida de la *Musca domestica* (L)

La *M. domestica* vive entre 20 y 25 días, y se aparean solo con ejemplares de su misma especie (22).

La diferencia entre hembras y machos es la posición de sus ojos. Los ojos del macho suelen ocupar toda la parte frontal de la cabeza (ojos holópticos), y en el caso de la hembra están separados por la frente (ojos dicópticos) (6,14).

Las hembras pueden copular tres veces máximo, mientras que los machos pueden hacerlo hasta 10. Como en cada cópula los machos pierden vitalidad mueren antes que las hembras, y éstas no lo hacen hasta que terminan de poner su último huevo. Es un insecto de metamorfosis completa (5).

El ciclo de vida de la *M. domestica* es uno de los más cortos que se conocen. Incluye cuatro estados diferentes, huevos, larva o gusanos, pupa y adulto (figura 5A). Una hembra puede poner de 100 a 150 huevos en cada oviposición y realiza de 2 a 7 posturas, por lo que su producción promedio es de 500 huevos por mosca (5).

Cada huevo dura de 8 a 30 horas en desarrollarse para que de él nazca una larva o gusano. Esta larva tiene una vida de 5 a 14 días. Al cabo de este tiempo cada gusano se recubre de una superficie resistente formándose el estado llamado pupa. Dentro de ese pupario, cada gusano sufre un gran cambio formándose a partir de él, la mosca adulta (figura 6A). En este cambio tarda de 3 a 10 días. Una vez que esta emerge del pupario, tarda de 3 a 23 días en llegar a la madurez sexual e iniciar su propio ciclo reproductivo. En términos generales, el ciclo completo de esta especie, desde huevo hasta adulto, tarda de 6 a 20 días, dependiendo básicamente de las condiciones del ambiente en que se desarrolla (5).

La mosca *Stomoxys calcitrans* (L.) o mosca del establo y la *M. domestica* son plagas comunes asociadas con ganado. Son de importancia económica y para su método de control se han hecho esfuerzos extensivos para identificar efectivos agentes de control para estas especies de plagas (7).

El éxito de cualquier programa de biocontrol se basa en el buen entendimiento de las especies de plagas (7).

Huevos de la mosca *S. Calcitrans*, y *M. domestica* depositan sus huevos en lugares sucios y mal olientes, donde se encuban por período de menos de 24 horas (7).

Las moscas inmaduras pasan por tres estadios larvales, entre 3 a 8 días la piel de la tercera etapa larvaria es gruesa para formar la pupa. Moscas adultas emergen de la pupa en menos de una semana para completar su ciclo de vida (22).

La *M. domestica* posee una serie de atributos naturales como: alta capacidad de migración adaptación para vivir en variados ambientes humanos, ciclo biológico corto y elevada tasa reproductiva (10).

Existen tres formas en las cuales las moscas pueden transmitir agentes infecciosos: 1) a través de su superficie corporal (patas, partes bucales), ya que están cubiertas de espinas y cerdas en las cuales el material contaminado puede ser atrapado y transportado, 2) por regurgitación o vómito de su comida anterior sobre su próximo bocado, y 3) por la ingestión y defecación de patógenos. Es una de las vías potenciales más importantes, ya que el agente infeccioso es protegido mientras se encuentra el aparato digestivo del insecto (31).

Todos los problemas que se generan por la presencia de este díptero pueden ser reducidos, si se planean y aplican estrategias adecuadas para su control. Para esto, es necesario conocer y tomar en cuenta la biología y ecología de la especie (31).

El interés e importancia del mundo actual por vivir en un ambiente más sano, menos contaminado, en donde se minimice el impacto del hombre sobre el medio de tal forma que nos orientemos hacia un desarrollo sostenible que permita mantener una adecuada calidad de vida. Esto ha llevado a varias instituciones y organizaciones nacionales o internacionales a establecer programas y proyectos dirigidos a mejorar ciertas prácticas necesarias para la producción de los bienes y servicios, que se requieren para supervivencia del hombre y el cuidado de la salud humana (6).

Por tal razón se han establecido medidas culturales y biológicas que reducen la posibilidad de que se incremente masivamente la población de la plaga (6).

El combate biológico, se realiza mediante la liberación de parasitoides. Estos son pequeñas avispas (microhimenópteros), que se reproducen y liberan masivamente. De ahí se llevan a los sitios infectados y se

liberan en los lugares donde hay pupas de la plaga que se quiere combatir para que ellas, de acuerdo con los requerimientos de su biología, busquen las pupas y ovipositen sus huevos (25).

A partir de cada uno de estos huevos del parasitoide nacerá un nuevo individuo dentro de la pupa de la *M. domestica*, una larva pequeña que se alimenta del material que poseen e impide su desarrollo. De esta forma, en lugar de emerger una *M. domestica*, de esa pupa lo que nacerá será otro microhimenóptero que, para poder reproducirse, deberá ir a buscar otras pupas. De tal manera, que si se hacen liberaciones periódicas de parasitoides, el número de estos se irá incrementando y con él la cantidad de pupas parasitadas, lo cual va a producir una reducción de nacimiento de moscas, porque cada vez habrá mayor cantidad de pupas parasitadas. De tal forma se llega a controlar la plaga (31).

La razón de utilizar parasitoides de pupas se debe a varias razones importantes: son fáciles de reproducir en laboratorio, con determinados cuidados se pueden almacenar por períodos considerables de tiempo, se transportan con facilidad a los sitios de liberación y atacan el estado del ciclo de vida que es más vulnerable, pues la pupa es estática, no se mueve y puede ser fácilmente localizada y alcanzada por el parasitoide (6).

3.1.15 Control Biológico de *Musca domestica* (L)

Gran cantidad de pequeños parasitoides de avispas atacan a las moscas durante su etapa inmadura, las avispas insertan sus huevos dentro de las etapas inmaduras de muchas especies de moscas (3).

La avispa *S. endius*, se alimenta del huésped y eventualmente lo mata, la avispa completa su desarrollo y emerge como adulto, y continúa el proceso buscando más huéspedes, estas pequeñas avispas solo atacan moscas, y no son perjudiciales para otros insectos, plantas y animales, muchas compañías venden parasitoides para su uso en programas de control biológico directamente en contra de las moscas *S. calcitrans* y *M. doméstica*, generalmente ellos recomiendan liberar parasitoides en periodos prolongados, antes y

durante la temporada de la mosca, el número de parasitoides avispas liberados depende del número de moscas presentes (3).

Es necesario hacer liberaciones continuas para mantener un suficiente número de avispas presentes durante el verano para mantener el control de las poblaciones de moscas (3).

Al realizar liberaciones de avispas provee un efectivo control de *M. domestica* en algunas casas y criaderos de aves, pero no hay suficiente información para evaluar su efectividad (3).

Con el éxito de improvisar el control biológico de las moscas, científicos han estudiado en Illinois formas para este control (3).

Luego de tres años de estudio los parasitoides de avispas conocidos como: *Spalangia endius* y *Spalangia nigoraenea* son importantes en el control biológico de las moscas, las moscas son conocidas como plaga, y es un problema de salud en los humanos (3).

Investigadores de la Universidad de Illinois, recolectaron la pupa de *M. domestica*, del abono cerca de fuentes de agua y fuentes de desperdicio, y observaron la presencia y surgimiento de moscas así como de parasitoides que los asesinaban. Los parasitoides que matan a las moscas son pequeñas avispas (3).

La avispa *S. endius*, a pesar de la poca información que se obtiene, es encontrada en Kansas y Nebraska, y son comunes en el Sur de Illinois. Debido a que estas avispas son vendidas como parte del control biológico, la mayor cantidad de ellas son utilizadas en California. Estos resultados fueron publicados en abril de 1997, como primer documento comprensivo del desarrollo de los parasitoides de mosca, y como parte importante del documento en Entomología Ambiental de la Universidad de Illinois (3).

3.1.16 Parasitoides de *Musca domestica* (L)

El control efectivo de la *M. domestica*, se ha convertido en un trabajo muy difícil, debido a la resistencia que éstos insectos han adquirido contra los diferentes insecticidas (2).

Las moscas domésticas son parasitadas y/o depredadas por más de 200 diferentes especies de depredadores o parasitoides, arañas y ácaros (2).

Estos atacan sus diferentes estadios, destruyendo tanto huevos, larvas, pupas y moscas adultas (2).

Para el control efectivo de las moscas *S. calcitrans* y *M. domestica*, se usan los siguientes insectos parasitoides (2).

Spalangia endius

Muscidufurax zaraptor

Muscidufurax raptorellus

3.1.17 Clasificación Taxonómica de los insectos parasitoides

Las especies de parasitoides están sujetas a diferente clasificación dentro de muchas subcategorías, dependiendo del modo de ataque y del tipo de huésped. Un parasitoide es denominado solitario, si solamente un individuo se desarrolla por huésped, pero muchas especies habitualmente desarrollan varias progenies sobre un solo huésped y por tal motivo se dice que son gregarios. Estas categorías simples son a menudo combinadas y como resultado existen parasitoides internos solitarios, así como solitarios externos, y en el curso de las especies gregarias, también puede haber organismos externos o internos (25).

Dado que todos los estados de los insectos huéspedes son susceptibles de ser atacados, encontramos que hay especies que son parasitoides de huevos, otras parasitan larvas, algunas atacan pupas y las menos parasitan adultos (25).

Cuadro 3. Clasificación Taxonómica de los insectos Parasitoides usados para el control biológico de la *Musca domestica* (L). (29).

	Parasitoide No. 1	Parasitoide No. 2	Parasitoide No. 3
Orden	Himenóptera	Himenóptera	Himenóptera
Familia	Pteromalidae	Pteromalidae	Pteromalidae
Genero	<i>Spalangia</i>	<i>Muscidufurax</i>	<i>Muscidufurax</i>
Especie	<i>Spalangia endius</i> (Wik)	<i>Muscidufurax zaraptor</i> (Kogan y Legner)	<i>Muscidufurax raptorellus</i> (Kogan y Legner)

3.1.18 Características del Orden Himenóptera

Los himenópteros pueden ser definidos como insectos holometábolos haploides con piezas bucales masticadoras pero que carecen de élitros. Dos de los rasgos únicamente derivados que caracterizan al orden Himenóptera, son: 1) la posesión de dos pares de alas membranosas, un par posterior más pequeño, y 2) determinación del sexo haplo-diploide, por el cual huevos fertilizados diploides normalmente dan lugar a hembras mientras que los huevos haploides no fecundados dan lugar a machos, bastarían para definir el orden como monofilético (23).

El orden Himenóptera constituye junto a Coleóptera, Lepidóptera y Díptera uno de los cuatro grupos hiperdiversos de insectos. En la actualidad se conocen entre 120,000 y 200,000 especies de himenópteros, pero estimaciones recientes apuntan a que su diversidad real es probablemente mucho mayor (del orden de 250,000 a 500,000 especies) rivalizando con la de los coleópteros y el puesto de grupo de insecto más diverso. Esta suposición se apoya en el hecho de que algunas de las súper familias del grupo con mayor

número de especies integradas por parasitoides de muy pequeño tamaño están aún muy deficientemente estudiadas, especialmente en las zonas tropicales, donde se cree que diversidad potencial es muy alta (23).

Si destacan por su gran riqueza de especies, son aún más destacables por la extraordinaria diversidad de sus modos de vida que van desde la fitofagia a la depredación y el parasitismo o la inducción de agallas, y desde el comportamiento solitario hasta el mutualismo o la formación de sociedades complejas. En el aspecto económico su importancia para el hombre supera la de cualquier otro grupo de insectos. El control biológico por parte de parasitoides casi todos son himenópteros (23).

Algunos parasitoides de Himenóptera, utilizan el ovipositor como un aguijón para temporalmente inmovilizar a la víctima, luego sus huevos son depositados en el hospedante (29).

La avispa *Lysiphlebus Testaceipes*, familia Braconidae, clasificada por (Cresson), deposita su óvulo directamente, luego de alimentarse y consumir al hospedante, la larva corta un pequeño agujero en el exoesqueleto, por donde el adulto emergerá luego de completarse su fase de maduración (29).

Mientras que la avispa *S. endius* quien parasita a la *M. domestica*, y se establece en su pupa, alimentándose ésta y detiene el crecimiento de la *M. domestica* (29).

3.1.19 Características de la Familia Pteromalidae

Los miembros de la familia Pteromalidae son típicos por sus colores azul cobrizo, verde oro con brillo metálico, miden de 1 a 2 mm de largo y a pesar de su tamaño son activos. Cabeza con aparato bucal masticador armado de mandíbulas que tienen 3 ó 4 dientes. Los ojos están bien desarrollados y la antena es acodada. Tórax en forma de arco con escutelo muy grande, las patas con 5 artejos y la tibia trasera o posterior llevando un espolón apical. Abdomen en forma triangular, con ovipositor corto, sus especies contribuyen en gran manera al control natural de importantes plagas (29).

3.1.20 Como actúa el parasitoide de *Musca domestica* (L)

El parasitoide oviposita sobre la pupa de la *M. domestica* (figura 9A), evitando así que emerja una nueva *M. domestica*, adulta interrumpiendo de ésta manera su reproducción (2, 8).

Los parasitoides de *M. domestica*, únicamente atacan a las pupas de ésta, no causan daño a las plantas, animales, ni a los humanos, son de hábitos nocturnos, ayudan a la polinización, ya que en estado adulto se alimentan del polen de las flores y del rocío (2, 8).

El tamaño del parasitoide adulto en forma similar, es un poco más grande que la cabeza de un alfiler y el ciclo de vida es de 2 a 4 semanas (figura 7A), está directamente relacionado con la temperatura ambiente. A mayor temperatura el ciclo se acorta, por el contrario a menor temperatura el ciclo se alarga (2).

Debido a que algunas especies de parasitoides de *M. domestica*, son gregarias es importante como factor multiplicador obteniéndose una reducción de la población de *M. domestica*, en un período de 4 a 6 semanas (2).

Es un hecho que la *M. domestica*, ha adquirido resistencia a los diferentes insecticidas, pero nunca contra los parasitoides de moscas, ya que éste método de control biológico es natural, (de una pupa parasitada nunca emerge una mosca) (2).

Debido a que la *M. domestica*, es migratoria y puede volar grandes distancias, y está más expuesta a la aplicación de insecticidas por quienes las controlan, en consecuencia adquiere resistencia a los insecticidas. En cambio los parasitoides de *M. domestica*, tienen un mayor factor libre de reproducción (2).

Obligando a que el control de la *M. domestica*, sea imperativo. El control efectivo de la *M. domestica* debe hacerse en forma preventiva y nunca curativo. La relación de huevos que pueden ovipositar una *M. domestica*, y un parasitoide es de 800:50 respectivamente, lo que nos demuestra la importancia de implementar un buen programa de control de la mosca adulta (2).

Como un complemento del Manejo Integrado de la *M. domestica*, (uso de parasitoides de mosca), se sugiere la implementación de trampas para *M. domestica*, adulta, con productos hormonales para atraer al adulto y así eliminarlos, a efecto de disminuir su proliferación (2).

3.1.21 Cuando hacer las liberaciones de parasitoide

Dependiendo de la población de *M. domestica*, las liberaciones deben hacerse semanales o mensuales, de 4 a 5 parasitoides por gallina ponedora esto es con el objeto de establecer los parasitoides y así evitar exposiciones de *M. domestica*. Al lograr establecer los parasitoides, se harán liberaciones esporádicas de parasitoides para mantener la población de la *M. domestica* bajo control (24).

Al momento de adquirir los parasitoides, estos vienen en estadios de pupa, los adultos emergen al perforar un agujero en la pupa de la *M. domestica*. Después de emerger los adultos de los parasitoides, copulan y la hembra fértil inicia la búsqueda de las pupas de la *M. domestica*, iniciándose así el ciclo de vida de los parasitoides, estableciéndose a la vez el control natural de la *M. domestica* (24).

3.1.22 Depredadores

Los insectos depredadores se presentan en muchos grupos, principalmente en los órdenes: coleóptera, odonata, neuróptera, himenóptera, díptera y hemíptera. Los insectos depredadores se alimentan en todos los estados de la presa: huevos, larvas o ninfas, pupas y adultos. Desde el punto de vista de los hábitos alimenticios, existen dos tipos de depredadores, los masticadores tales como las cochinillas, Coccinellidae, y escarabajos del suelo Carabidae, los cuales simplemente mastican y devoran su presa, y aquellos con partes succionadoras en su boca, que chupan el jugo de sus presas. Ejemplo de estos son las chinches asesinas, larvas de crysopa, Chrysopidae; larvas de moscas, Syrphidae; etc. Los que se alimentan por medio de la succión, generalmente inyectan una sustancia tóxica que inmoviliza su presa (24).

3.1.23 Parasitoides (Avispas)

La mayoría de insectos que parasita a otros insectos son parásitos “proteleanos”. Por ejemplo, son parasitoides solamente en su estado inmaduro (larval) y llevan una vida libre en su estado adulto. Usualmente consumen todo o casi todo el cuerpo del huésped y luego empupan, ya sea al interior o al exterior del huésped. Los parasitoides pueden clasificarse como Koinobiontes o Idiobiontes, dependiendo del lugar donde se desarrollen: dentro del huésped vivo, en huéspedes muertos o paralizados. El parasitoide adulto emerge de la pupa y se inicia así la próxima generación buscando activamente nuevos huéspedes, en los cuáles depositan sus huevos. La mayoría de los parasitoides adultos requieren de alimento suplementario tales como miel, polen o néctar. Muchos se alimentan de los fluidos del cuerpo de sus huéspedes, como ya mencionamos anteriormente. Otros requieren sólo agua en estado adulto según DeBach y Rossen (1991) citados por Nicholls (24).

Los parasitoides se pueden categorizar como ectoparásitos, los cuales se alimentan externamente de sus huéspedes, y como endoparásitos, que se alimentan internamente. Los parasitoides pueden tener una generación (univoltinos) por una generación del huésped dos o más generaciones (multivoltinos) por cada uno de los huéspedes. Los principales grupos de parasitoides usados en el control biológico de plagas de insectos que pertenecen a los ordenes: Himenóptera y Díptera (24).

Los parasitoides de la *M. domestica* son comúnmente asociados con las actividades diarias de las pequeñas avispas. La familia de avispas del orden Himenóptera contiene 2 generaciones de parasitoides efectivas en el control de plagas.

Las dos generaciones efectivas son (2):

- *Muscidifurax*

- *Spalangia*

Las avispas hembras de *S. endius* buscan la pupa de la *M. domestica*. Luego de localizarla agujera la pupa de mosca con su ovipositor e inserta un huevo en cada pupa. El huevo parasitado revienta y se desarrolla dentro de la *M. domestica* alimentándose de su pupa causándole la muerte (2) (figura 8A)

Los parasitoides completan su ciclo de vida en más o menos 4 semanas, algunos parasitoides pueden dañar la pupa de la *M. domestica* sin necesidad de depositarse dentro de ella, y como resultado de esto la mosca no logra madurar en mosca adulta (2).

La especie *S. endius* casi siempre parasita a la pupa de la *M. domestica*, enterrando su ovipositor a 3/8 de pulgadas o menos en el fondo de la pupa (2).

La especie *Muscidufurax sp.* ataca la pupa de la *M. domestica*, ya sea en la superficie dura, seca o húmeda de aproximadamente 3/16 pulgadas o menos y se alimenta de abono (2).

Muchas especies de avispas parasitoides ponen sus huevos en la pupa de la *M. domestica* y *S. calcitrans*. Encuban los huevos y la avispa se come la mosca en desarrollo. Antes de volverse adulto las avispas salen o emergen de la pupa de la mosca, estas avispas son muy pequeñas de 1 a 2 mm. de longitud, no son dañinas para las persona, plantas, y animales (7).

Algunas de las especies se obtienen comercialmente, típicamente las avispas son transportadas como de pupa de *M. domestica*, luego de recibidas las pupas de parasitoides, son repartidas en áreas donde las plagas de mosca se están criando. Las avispas que emergen de la pupa parasitada se mueven fuera de esta, y se dirigen a áreas cercanas para atacar la población nativa de moscas. Los proveedores recomiendan liberar regularmente avispas cada semana (7).

En el cuadro 4 se enumeran la información general más importante de los parasitoides evaluados.

Cuadro 4 Especies de parasitoides utilizados y su información general (25).

Especie de avispa	Información general
<p><i>Spalangia endius</i> (Wik)</p>	<p>No tiene lugar específico (Legner y Olton 1968) Deposita un huevo por pupa de mosca. Produce 10 huevos de progenie por hembra (Morgan 1976). Penetra a grandes profundidades a diferencia de <i>Muscidufurax sp.</i>, en la búsqueda de la pupa de La mosca (Legner 1977). Son mejor adaptables al clima templado que especies de <i>Muscidufurax sp.</i> (Markwick 1974, Tingle Y Mitchell 1975, Ables 1976).</p>
<p><i>Muscidufurax zaraptor</i> (Kogan y Legner)</p>	<p>Se desarrolla en cualquier lugar (Legner y Olton 1968). Deposita un huevo por pupa de mosca. El desarrollo de huevo a adulto es de 18 días a 25°C. (Lysyk 1996).</p>
<p><i>Muscidufurax raptorellus</i> (Kogan y Legner)</p>	<p>Nativa de Sur América y recientemente se han Encontrado lugares de crianza en Nebraska (Peterseng y Currey 1996). Deposita un huevo por pupa de mosca Produce cerca de 3 huevos de progenie por hembra (Lysyk 1996) a 5 huevos de progenie por hembra. (Petersen y Currey 1996) Su ciclo de vida es de 15-16 días a una temperatura de 25°C (Lysyk 1996, Petersen y Currey 1996)</p>

3.1.24 Procedimiento para la eliminación de la *Musca domestica* (L)

Matando, capturando, utilizando insecticidas o las más eficaces medidas de sanidad han fallado en la detención de esta plaga, una pequeña avispa puede controlar esta plaga mayor que es definitivamente cosmopolita y que existe en todo lugar habitado por el hombre (29).

Recientes investigaciones en Florida, han demostrado que los parasitoides avispas *S. endius* disminuyen el costo económico del control de la plaga e incluso erradicar la población de la *M. domestica* soltando grandes cantidades de avispas (29).

Las pequeñas avispas ponen sus huevos en etapa inmadura dentro de la pupa de la *M. domestica* y luego la avispa se alimenta de ella hasta que le causa la muerte (29).

Dentro del grupo de avispas que muestran gran eficacia en el control de la plaga está *S. endius*, que ha sido encontrada en la pupa de la mosca 8 cm bajo la superficie de la basura (29).

La vida de la avispa parasitoide es tan colorida como letal, la hembra está lista para aparearse y poner sus huevos tan pronto como emerge de la pupa de la *M. domestica* y procede luego en diferentes fases (29).

Cuando la pared del puparium esta agujerada el ovipositor del parasitoide es insertado y un huevo es depositado en la *M. domestica*, luego de esto, la avispa se alimenta de la mosca que se encuentra en desarrollo. Después de alimentarse la avispa parte y busca una nueva pupa. A partir de los próximos 33 a 35 días de haber sido parasitada la pupa de la *M. domestica*, el huevo de la avispa crece y se convierte en adulta destruyendo completamente las pupas de moscas, que parasitada. Este ciclo de vida del parasitoide, representa una económica forma de saqueo y un mayor beneficio para el hombre, ya que la avispa no provoca ningún daño en animales o humanos (29) (Figura 10A).

En 1976, dice entomólogo Philip B. Morgan, el control biológico por medio de la liberación de avispas para controlar el número de poblaciones de moscas en los EE.UU. y Europa fue eficaz, ya que se realizó una prueba con parasitoide *S. endius* en un lugar donde crían ganado, el control de la plaga fue del 83-93% en 31 días, y toda la pupa recolectada fue parasitada (29).

El Dr. Morgan, el entomólogo Richard S. Petterson y el técnico biológico Arthur Benton evaluaron el potencial de la avispa *S. endius* en el control de la *M. domestica*, en dos pruebas de campo, en una granja comercial de aves, el porcentaje de moscas decrecio y toda la pupa recolectada fue parasitada y se obtuvo 89-92% de parasitismo en menos de cuatro semanas (29).

La continúa liberación incrementará la población de avispas hasta el punto de que la avispa parasitoide, reducirá la densidad de *M. domestica* y la mantendrá en un bajo nivel (29).

3.1.25 Disponibilidad de diversas especies de avispas parasitoides

Muchas especies de insectos parasitoides están disponibles en el mercado, estas especies pueden ser identificadas por sus nombres científicos en anuncios comerciales y trifoliales. La poca cantidad de información sobre la investigación de estas avispas indica que *S. nigroaenea* es el parasitoide comercial disponible que es hábil para atacar la mosca *S. calcitrans*. Los parasitoides *M. zaraptor* y *M. raptorellus* proveerán control sobre la *M. domestica*, y *S. endius* y *S. cameroni*, proveerán también control sobre la *M. domestica* y *S. calcitrans* (30).

3.1.26 Efectividad del uso de parasitoides

Existe una clara respuesta de la efectividad en el uso de parasitoides para reducir las poblaciones de *M. domestica*. Las oportunidades para el éxito son mayores cuando se reúne el manejo de desperdicios de agua junto con un control químico. Controles químicos deben ser limitados para la *M. domestica*, spray u otra técnica de aplicación que no entrarán en contacto con el abono y no matará los parasitoides. Las liberaciones de avispas son necesarias cada año (30).

Un programa de control es exitoso si la *M. domestica* es retenida en un nivel aceptable. Es difícil determinar que factores tienen el mejor efecto en *M. domestica*. Cuanta más extensión abarquen los parasitoides, la única forma de asegurar su trabajo será recolectar pupas de mosca de diferentes criaderos y sostenerlos en un frasco para observar si las moscas o avispas emergen de ellos (30).

3.1.27 Uso Integral del control cultural y biológico en la Avicultura

Para las instalaciones avícolas, la combinación del control cultural y el biológico, es de gran beneficio. Esta combinación controla la *M. domestica* sin alterar para nada la población de pollos y/o gallinas. Los parasitoides son tan pequeños que se distribuyen por todos los lugares en donde haya pupas de *M. domestica*, para ser parasitadas y sobreviven suficiente tiempo en las galeras y ahí se van reproduciendo y reduciendo la población de la plaga (6).

La larva crecerá en el abono de la *M. domestica*, hasta que madure, la pupa se mantiene en estado de reposo para que las moscas antes de volverse moscas adultas, emerjan. Mientras más cálida sea la temperatura más corto será su ciclo, y reducen el ciclo de 12 a 14 días. La *M. domestica*, no se desarrollan en material seco o en líquido, debido a esto sistemas de abono deben ser basados en un sistema seco o mojado, dando oportunidad para que las poblaciones de *M. domestica*, no se desarrollen, buenas temperaturas y un buen lugar es esencial para una producción efectiva de moscas durante los tiempos cálidos (25).

3.1.28 Manejo preventivo de la *Musca domestica* (L)

1. Aves muertas deben ser removidas y desechadas diariamente, por medio de la extracción de dichas aves no surge un perfecto medio de crianza. Huevos rotos deben ser también desechados.
2. El derrame de los silos de alimento de las aves proveerá hospedero de moscas, debido a esto deben ser limpiados inmediatamente.
3. También el derrame de agua debe ser mínimo para evitar la humedad de alimentos y abono.
4. La ventilación óptima y fluido de aire permitirán al abono la capacidad de secarse, evitando el criadero de moscas en determinadas áreas (25).

3.1.28.1 Factores Críticos

Muchos de estos programas recomiendan periódica pero no completamente la extracción de abono, el efectivo manejo del agua y el control de malas hierbas y vegetación cerca de edificios (30).

3.1.28.2 El manejo del abono es crítico

Abono y mezclas del mismo deben ser removidas para eliminar las áreas de crianza para la *M. domestica*, sin embargo algunas deben de ser dejadas en el lugar para que los parasitoides puedan incrementar en número (30). Estas avispas parasitoides buscan esta área por ser hospedero de *M. domestica*, y así poder alimentarse de ellas. El remover totalmente estos lugares no dejan espacio a las avispas para establecerse pues no hay huéspedes donde desarrollarse, usualmente esto no es un problema pero por otro lado excesivas cantidades de abono permiten que la producción de moscas sobrevenga a la habilidad de las avispas para el control de la *M. domestica* (30).

3.1.28.3 El control del agua es esencial

Las mezclas de abono y alimento son esenciales en el desarrollo de la *M. domestica*. El abono seco no producirá un abundante número de *M. domestica*, así que este problema puede ser reducido si existen algunos criaderos ideales (30).

3.1.29 Programa de control biológico de plagas con parasitoides

Se utiliza un programa de control biológico de plagas con parasitoides donde estos son usados para combatir a la *M. domestica*, durante su etapa de crecimiento. Estos son liberados en el criadero y son colocados en el abono para encontrar sus pupas. El parasitoide pondrá sus huevos en ésta, y ahí se desarrollará el parasitoide, ya emergido y alimentado empezará a buscar otra pupa parasitada (25).

3.1.30 Parasitoides de mosca y proporción a usar

Por lo general a pesar de las diferentes estaciones del año, y lugar el número de parasitoides a liberar siempre será el mismo, en el cuadro 5 se citan los parasitoides evaluados y la proporción a usar según Oderick (25).

Cuadro 5 Parasitoides de mosca y proporción a usar según Oderick, (25).

Parasitoide	Proporción
<i>Spalangia endius</i> (Wlk)	5 parasitoides/ave en primavera, 3 veces sobre un período de 4 semanas.
<i>Muscidufurax zaraptor</i> (Kogan y Legner)	5 parasitoides/ave en primavera, 3 veces sobre un período de 4 semanas.
<i>Muscidufurax raptorellus</i> (Kogan y Legner)	5 parasitoides/ave en primavera, 3 veces sobre un período de 4 semanas.

3.1.31 Características biológicas de los parasitoides adultos

El estado adulto de los insectos entomófagos sería de considerable importancia si solamente proporcionara las bases morfológicas para la taxonomía de los diferentes grupos. Pero el estado adulto hace mucho más que esto, porque el comportamiento de la hembra es comúnmente la determinante mayor de la eficiencia de las especies como agentes controladores de su huésped. La hembra adulta es la que encuentra y selecciona el huésped sobre el cual, o en cual, su progenie se desarrollará. Ella no solamente exhibe discriminación en su selección de los huéspedes, si es eficiente, tiene la habilidad de encontrar tales huéspedes cuando escasean. Estas dos características de las hembras adultas son de suma importancia en el control biológico (13).

Los hábitos alimenticios restrictivos y discriminatorios entre las especies huéspedes son básicamente importantes, por sí solos no son suficientes para hacer a una especie entomófaga un agente efectivo en el control biológico. Un enemigo natural eficiente debe tener la habilidad de encontrar huéspedes cuando existen bajas densidades de población. La medida de esta habilidad es denominada la "capacidad de búsqueda" de las especies entomófagas y su importancia ha sido resaltada por Muir (1931) y por Smith

(1939), citados por DeBach (13), quienes concluyeron que la capacidad del parasitoide para descubrir sus huéspedes en relación con la densidad del parasitoide más que cualquier otra cualidad determina su efectividad como un agente de control.

La habilidad de búsqueda de un parasitoide está compuesta de varias cualidades, tanto físicas como de comportamiento, que son muy elusivas y difíciles de medir. Importantes dentro de estas cualidades, son: (1) su poder de movimiento; (2) su poder de percepción (de su huésped); (3) su poder de sobrevivencia; y (4) su agresividad y persistencia (13).

3.1.32 Período de los parasitoides antes del apareo

Un período previo de apareo después de la emergencia del estado pupal generalmente no es una característica necesaria de la vida del parasitoide. Si el sexo opuesto está presente cuando esto sucede, en la mayoría de los himenópteros, el apareo se realizará inmediatamente después de la emergencia del parasitoide (13).

Simmonds (1952) citado por DeBach (13), encontró que los machos de Pteromalidae eran atraídos hacia las pupas de los huéspedes de las cuales las hembras estaban casi por emerger. En díptera también se aparean poco después de la emergencia y parece que un período obligado prolongado de apareo no es común en las formas de parasitoides.

Actualmente existe poca información sobre preapareo de la vida adulta, pero, uno podría tender a concluir, que al menos, en himenópteros una relación sexual satisfactoria podría mantenerse mejor por hábitos que favorecieran al apareamiento poco después de la emergencia. Esto es ayudado en la naturaleza por el hecho de que los machos de la mayoría de los himenópteros parasitoides tienen un menor período de desarrollo que el de las hembras, y los preceden en estado adulto por uno o dos días (13).

3.1.33 Hábitos de apareo de los parasitoides

Alguna atención se ha prestado a los hábitos de apareo de los himenópteros entomófagos debido a que se ha observado una forma de cortejamiento de los machos en muchas especies. Después de la copulación las hembras son egresadas a los sitios donde fueron capturadas (Lloyd 1952) citado por DeBach (13). Este hábito de apareo es mucho más elaborado y exhibido por la mayoría de los himenópteros, que siguen un modelo básicamente similar al descrito por Simmonds (1952) y citado por DeBach (13), para *Spalangia*, donde los machos se excitan en presencia de las hembras y caminan hacia ellas vibrando y deteniendo las alas alternativamente. La vibración se origina con la mitad de las alas extendidas del cuerpo y da la apariencia de un movimiento de medio vuelo. Los machos se montan sobre el dorso de las hembras y golpean las antenas de ellas con las suyas, mientras que mantienen los movimientos vibratorios periódicos de las alas. Después de aproximadamente medio minuto de esto, el macho se desliza hacia atrás y voltea la punta de su abdomen bajo al de la hembra, ocurriendo rápidamente la copulación.

En Himenóptera no es raro encontrar que cuando una hembra está fertilizada rechazará cualquier otro intento por parte de los machos. Sin embargo, Simmonds (1953) citado por DeBach (13), encontró que a través de su ciclo de vida, un solo apareo es insuficientemente para capacitar a una hembra de *Spalangia* a producir huevos fertilizados. Los experimentos de Simmonds mostraron que un macho es capaz de fertilizar varias hembras en sucesión. En condiciones de campo, por tal motivo, tanto machos como hembras probablemente se aparearán más de una vez.

3.1.34 Período de preoviposición de los parasitoides

El intervalo entre la emergencia como adulto hembra y el depósito del primer huevo es denominado como período de preoviposición. No se pueden establecer reglas generales acerca de este intervalo particular en la vida adulta de los insectos entomófagos, porque, mientras esto no ocurre en algunas especies, en algunas es facultativo, y en otras es obligatorio. La ocurrencia y duración de un período de preoviposición

está usualmente determinado por complejos procesos fisiológicos normalmente asociados con los requerimientos nutricionales de los adultos (13).

Algunos grupos de parasitoides en Himenóptera alcanzan el estado adulto con un complemento de huevos maduros, los depositan en un breve periodo de tiempo y no vuelven a producir más durante su vida, tales hembras son denominadas "proovigénicas" por Flanders 1950, citado por DeBach (13), y la producción de huevos en esas especies se debe completamente a los nutrientes almacenados desde el estado larval .

La mayoría de los himenópteros parasitoides que continúan produciendo huevos a través del estado adulto son denominados por Flanders (1950) y citado por DeBach (13) como "sinovigénicos". En tales casos la producción de huevos depende, de la nutrición de la hembra adulta más que de los metabolitos retenidos de los estados inmaduros, y como consecuencia, los requerimientos nutricionales de los adultos asumen una considerable importancia en el control biológico.

3.1.35 Nutrición de los parasitoides adultos

Las hembras parasitoides que son sinovigénicas requieren una fuente de proteína para la producción continua de huevo a través de su efectiva vida adulta. Las proteínas necesarias en algunas especies pueden ser suministradas por la alimentación de las secreciones melosas o los nectáreos de las plantas, las cuales se han encontrado que contienen aminoácidos libres. Existe un creciente interés del papel que juegan las secreciones melosas en longevidad y fecundidad de las especies de insectos, y recientemente su importancia para las formas entomófagas ha sido claramente indicada por los trabajos de Hagen (1950, 1953), y citado por DeBach (13).

En un gran número de especies es muy evidente que la localización de las fuentes alimenticias de los adultos tienen una gran influencia sobre la distribución y efectividad de esos parasitoides (13).

Es muy interesante la manera por medio de la cual las hembras parasitoides se alimentan sobre los fluidos del cuerpo del huésped. Marchal (1905) citado por DeBach (13), reportó la alimentación de los

fluidos del huésped que exudan de la herida originada por la oviposición. Este hábito también fue notado en otras especies por Howard (1910), citado también por DeBach (13).

Simmonds (1956) citado por DeBach (13), indica que, *Spalangia*, se alimenta de su huésped, el tubo alimenticio es formado por la coagulación alrededor del ovipositor de los fluidos del cuerpo del huésped que brotan de la punción en la pupa.

Flanders (1951, 1953) citado por DeBach (13), ha asociado el hábito de usar el ovipositor como un mecanismo trófico con el hábito de mutilación puede haber sido el primer paso en el desarrollo evolucionario del hábito de la alimentación sobre el huésped por el parasitoide adulto, dado que usualmente es un prerequisite para tal alimentación. En parasitoides como *Spalangia*, tanto la alimentación como la oviposición pueden ocurrir sobre el mismo huésped individual (Simmonds 1953; Varley y Edwards 1957), citados por DeBach (13).

3.1.36 Ovisorción de los parasitoides

Si una hembra, no obtiene alimento proteínico o es incapaz de encontrar su huésped por un período prolongado de tiempo, entonces, los huevos maduros en los ovarios no son depositados, sino absorbidos; esto es denominado como ovisorción (Flanders 1942, 1945). Citado por DeBach (13). Consecuentemente la secuencia en la producción de huevos del parasitoide puede seguir dos caminos: (1) cíclico (ovigénesis-ovisorción-ovigénesis), o (2) lineal (ovigénesis-ovulación-oviposición).

Flanders, 1947 citado por DeBach (13), dice que el fenómeno de ovisorción hace resaltar la economía de los parasitoides y la conservación del material reproductivo está correlacionada con la alta capacidad de búsqueda. Las especies de parasitoides y hembras que viven largos períodos de tiempo en las cuales, pueden ocurrir tanto en los períodos cíclicos como en los lineales de los huevos con igual facilidad, son generalmente los agentes más efectivos en control biológico. Esto es debido a que son capaces de buscar

a densidades bajas del huésped y aún conservar sus huevos y restringir la oviposición a lugares adecuados para el desarrollo de su progenie.

3.1.37 Comportamiento del parasitoide en la selección del huésped

Los factores que determinan la existencia y el mantenimiento de una relación particular entre el huésped y el parasitoide, se encuentran entre los problemas de investigación más fascinantes y absorbentes en la biología de los parasitoides. Es obvio que para obtener una relación entre huésped y parasitoide, las dos especies deben cubrir los requisitos iniciales de ser: Cíclica temporal, geográfica y ecológicamente coincidentes. Pero aún cuando estos requisitos se cubran, la relación puede aún no establecerse si existen barreras físicas, fisiológicas, psicológicas o nutricionales (13).

Salt (1934, 1935, 1937), citado por DeBach (13), clasifica tres categorías generales para la selección del huésped: (1) Selección ecológica (encuentro del huésped), (2) selección psicológica (selección del huésped) y (3) selección fisiológica (huésped adecuado). Otra manera de considerar estos pasos eliminatorios, es pensar, que la selección del huésped se logra a través de cuatro fases: (1) encuentro del hábitat del huésped; (2) encuentro del huésped; (3) aceptación del huésped; y (4) huésped adecuado. Las primeras dos divisiones corresponden a la "selección ecológica" de Salt y los pasos 3 y 4 equivalen respectivamente a la selección psicológica y selección fisiológica de Salt, citado por DeBach (13).

3.1.38 Manera y lugar para la oviposición

La razón de las diferencias en importancia relativa de los pasos conducentes a la especificidad del huésped entre los diferentes grupos de parasitoides, pueden estar asociados con la manera y el lugar de oviposición. Es obvio que las especies que ovipositan solamente en la vecindad de un huésped o en su hábitat, no están ejerciendo mucha discriminación en la selección de un huésped en particular, mientras que por otro lado, los pasos para el hallazgo del huésped y su selección están desarrollados en muy alto grado en

algunas especies, aun hasta el grado de la oviposición en un órgano específico del huésped. Para mayor claridad en la discusión parece aconsejable colocar los hábitos de oviposición dentro de tres categorías: (1) la oviposición aparte del huésped; (2) oviposición encima del huésped; y (3) oviposición dentro del huésped (13).

3.1.39 Utilización del ovipositor

El poder del parasitoide para utilizar su ovipositor, es uno de los atributos de un parasitoide efectivo, de acuerdo con el interesante análisis hecho por Flanders (1947), citado por DeBach (13). Este poder es medido por factores tales como: La fuerza del ovipositor, su longitud y flexibilidad y el tiempo requerido para la inserción.

La oviposición puede ser muy rápida si los huevos son muy pequeños, pero muchos huevos son más largos que el lumen del ovipositor y están expuestos a compresiones y distorsiones considerables durante la salida del ovipositor (13).

3.1.40 Mecanismos de fertilización, determinación del sexo, y regulación de la relación del sexo

Las hembras de la mayoría de las especies de Himenóptera poseen una espermateca, que funciona como un órgano de almacenamiento para los espermatozoides que son recibidos en el acto del apareamiento. Flanders (1939), citado por DeBach (13), indica que la espermateca se vuelve un mecanismo modificador del sexo, porque el sexo del huevo en esas especies es normalmente determinado durante la oviposición. A medida que el huevo baja hacia el oviducto, si el estímulo adecuado se encuentra presente, la espermateca, descargará esperma sobre los huevos. Estos espermatozoides entrarán en el huevo donde uno de ellos se unirá con el núcleo. El huevo, entonces cambia de una condición haploide (en la cual podría tener un desarrollo partenogénico dando lugar a un macho) a una condición diploide que da origen a una hembra.

Los huevos de la mayoría de los insectos pasan por una división de meiosis y normalmente no tienen un mayor desarrollo a menos que sean activados por la fertilización, este no es el caso con las hormigas, abejas y avispas, porque todo el orden Himenóptera está caracterizado por la partenogénesis (13).

3.1.41 Estados de desarrollo de los parasitoides

Los insectos parasitoides, evolucionaron de formas de otros insectos de vida libre. Los parasitoides entomófagos, han emergido de los órdenes que forman la división Endopterygota u Holometabola, esto es, insectos con una metamorfosis completa, incluyendo un estado pupal, y con alas que se desarrollan internamente. Los estados inmaduros, huevos, larvas y pupas difieren marcadamente de los adultos en estructura, comportamiento necesidades alimenticias y hábitat (13).

Los órdenes holometabolos, que son reconocidas por Imms (1957), citado por DeBach (13), que contienen algunas especies son Neuroptera, Lepidóptera, Coleóptera, Strepsiptera, Diptera, e Himenóptera.

La existencia de un estado pupal en el ciclo de desarrollo permite a estos insectos invadir con éxito muchos más hábitat que a los insectos que carecen en este estado. La forma de la larva podría adaptarse radicalmente del adulto, capacitando a cada estado a ocupar por completo diferentes hábitat (13).

Es el estado de la pupa el que permite la transición entre estos dos grandes cambios de forma la pupa y el adulto. Lower (1954), citado por DeBach (13), propone el término de metalaxis para denominar ese periodo en la metamorfosis que marca el fin del estado larval y el principio del estado pupal.

Es probable que el estado pupal se formó después de que hubo una especialización considerable en la forma larval, pero esto no fue antes de que la larva se especializará para una alimentación interna en medios ambientales en los cuales había una fuerte presión selectiva contra la posesión de alas externas larvales (Hinton 1948), citado por DeBach (13), y hasta cierto grado de las patas.

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 Descripción general del lugar

La Empresa "Productos Avícolas S.A." se encuentra situada en la Aldea Las Trojes, Finca la Chulada, Municipio de Amatitlán, Departamento de Guatemala.

La aldea las Trojes se encuentra localizada al Oeste de Amatitlán con las coordenadas siguientes: 14°29' y 14°32' Latitud Norte, y entre los 90°41' longitud Oeste respecto al Meridiano de Greenwich (12) (figura 3A).

Esta comunidad de las Trojes se cree que se fundó en el año 1,880 siendo sus principales y primeros pobladores las familias, García, López, Gómez, y Palacios y su nombre de Trojes se debe a que los agricultores que en ese entonces habitaban la aldea sembraban principalmente maíz, que lo almacenaban utilizando galeras llamadas Trojas quedando así entonces este nombre, con la variación de la penúltima letra que cambiaron por "e" (12, 17, 21, 26).

3.2.2 Colindancias

Al norte de la Granja tierras de cultivos Agrícolas, al Sur Colonia el Oasis, Pedregal y el Triunfo al Este el Zanjón que es un ramal que viene del municipio Magdalena, Milpas Altas y va al río del Mico, al Oeste, tierras de cultivos agrícolas (17, 22).

Al norte de la Aldea Las Trojes, la subcuenca río platanitos, al sur con la quebrada de las Minas, al este con la población de Amatitlán y al Oeste con la Aldea Santa María de Jesús y Magdalena Milpas Altas.

3.2.3 Vías de Acceso

Su principal vía de acceso es la autopista CA-9 del pacífico hasta la altura del kilómetro 28, luego de este punto a 3 Km., camino de terracería se encuentra la Aldea Las Trojes, en dirección Oeste de Amatitlán

(figura 2A), el camino se encuentra transitable toda la época del año, teniendo dentro de la aldea un gran número de caminos que conducen a todas las áreas de cultivo, así como a las viviendas (17, 26).

3.2.4 Temperatura

Temperatura media anual 18.2 °C, promedio máximo 24.8 °C promedio mínimo 13.9°C, absoluta máxima 33.4°C, absoluta mínima 4.2 °C (12).

3.2.5 Precipitación Pluvial

Precipitación pluvial 1,261.1mm y 199 días de lluvia, humedad relativa 19% clima templado seco (12).

3.2.6 Topografía

Ocupan relieves de ondulados a inclinados, casi todas las pendientes con menos de 20% de inclinación pero muchas tienen más del 30% (12, 28).

4. OBJETIVOS

4.1 General:

Contribuir en la búsqueda de nuevas alternativas de manejo y control, efectivas y compatibles con la naturaleza al evaluar tres especies de parasitoides, para el control biológico de *M. domestica*, plaga problema en aves de postura estabuladas en la Aldea las Trojes, Amatitlán, Guatemala.

4.2 Específicos:

1. Evaluar el efecto del parasitoidismo de tres especies de insectos parasitoides para disminuir la población de *M. domestica*.
2. Determinar que especie del insecto parasitoide provoca el mayor porcentaje de parasitismo en *M. domestica*.

5. HIPOTESIS

1. Existe al menos una especie de parasitoide que reduce significativamente el número de moscas domesticas nacidas.
2. El parasitoide *S. endius*, es el que provoca el mayor porcentaje de parasitismo.

6. METODOLOGIA

6.1 Tratamientos

Se evaluaron 3 especies de parasitoides, cada uno tuvo 6 repeticiones, se tuvo también un testigo el cuál tuvo 2 repeticiones, para hacer un total de 20 unidades experimentales.

Para los tres tratamientos se realizó el mismo procedimiento, con la única diferencia que en cada tratamiento se utilizaron los siguientes parasitoides.

Tratamiento 1 (S.E. 1)

Spalangia endius (Wlk)

Tratamiento 2 (M.Z. 2)

Muscidufurax zaraptor (Kogan y Legner)

Tratamiento 3 (M.R. 3)

Muscidufurax raptorellus (Kogan y Legner)

En la unidad experimental (caja), se colocaron 460 gramos de gallinaza, a manera de utilizarla como cama para que prestara las condiciones semejantes a los túneles o fosas de gallinaza en donde se colocaron 200 pupas de *Musca domestica* (L.) y 100 parasitoides.

Estas se dejaron en la unidad experimental (caja), durante 15 días y luego se realizó el conteo del número de moscas domésticas nacidas, para calcular el porcentaje de parasitismo.

Este procedimiento es el mismo que se realizó en las 3 repeticiones en tiempo, el cuál abarcó un total de 3 meses.

Tratamiento 4 (T.4)

En la unidad experimental (caja), se colocaron 460 gramos de gallinaza, a manera de utilizarla como cama para que prestará las condiciones semejantes a los túneles o fosas de gallinaza en donde se colocaron 200 pupas de *M. domestica*.

Estas se dejaron en la unidad experimental (caja), durante 15 días para luego realizar el conteo del número de moscas domésticas nacidas. Este procedimiento es el mismo que se realizó en las 3 repeticiones en tiempo, el cuál abarcó un total de 3 meses.

6.2 Unidad Experimental

Se utilizó una caja de 38 cm de largo, 23 cm. de ancho, y 19 cm. de alto, las cajas fueron de plástico, con tapadera hermética a la cuál se le abrió un agujero y se le colocó un bastidor con tela de organdi, que sirvió para ventilación y respiración, y en un extremo se le hizo una especie de manga para poder manipular y colocarles agua para completar la alimentación y evitar su deshidratación. También se agregó miel para la alimentación de los parasitoides (figura 11A).

6.3 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar desbalanceado por realizarse en condiciones homogéneas con 3 repeticiones en el tiempo, esto consistió en repetir el experimento 3 veces realizando el mismo procedimiento una vez cada mes, durante un período de 3 meses.

6.4 Aleatorización

Para realizar la aleatorización de los tratamientos se hizo con números aleatorios (calculadora), y dependiendo el número que marcó la calculadora se colocó en la unidad experimental correspondiente.

6.5 Variables de Respuesta

Se realizó un recuento del número de *M. domesticas* que emergieron de las 200 pupas iniciales anotando el número de *M. domesticas* nacidas, para poder calcular el porcentaje de parasitismo; para calcular dicho porcentaje se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de parasitismo} = \frac{\text{Pupas parasitadas}}{\text{Total de pupas iniciales}} \times 100$$

Para sacar el total de pupas parasitadas se contaron cuantas *M. domestica* nacieron y ese número se resto al total de pupas iniciales, no se tomaron en cuenta el número de pupas que no eclosionaron.

Este recuento se realizó a los 15 días de colocadas las pupas de *M. domestica* y parasitoides en las unidades experimentales, por un período de 3 meses, una vez durante cada mes (repeticiones en el tiempo).

Otras características descriptivas de los parasitoides, para la toma de datos, fueron: número de insectos parasitoides hembras, número de insectos parasitoides machos nacidos, pupas sin eclosionar.

6.6 Análisis de la información

- ANDEVA, para cada lectura.
- ANDEVA, tomando las lecturas o épocas como segundo factor.

6.7 Modelo Estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + u_i + \beta_j + \tau\beta(ij) + \epsilon_{ijk}$$

μ = Media general del porcentaje de parasitismo.

u_i = Efecto del i-ésimo tratamiento de parasitoides (*S. endius*, *M. zaraptor*, y *M. raptorellus*).

β_j = Efecto de la j-ésima época o lectura.

$\tau\beta(ij)$ = Interacción entre tratamiento y época.

ϵ_{ijk} = Error experimental asociado a la i,j,k-ésima unidad experimental.

6.8 Análisis estadístico

Se efectuó un análisis de varianza correspondiente al diseño y variable de respuesta (porcentaje de parasitismo).

Se chequeó el supuesto de Normalidad (Prueba de Shapiro-Wilks).

No fue necesario utilizar transformación de la variable de respuesta antes de efectuar el Análisis de Varianza (ANDEVA).

Por haber significancia en el ANDEVA, se efectuó una prueba de Dunnett (comparar el efecto del testigo vrs. los parasitoides) y una prueba de Tukey (donde se incluyeron los cuatro tratamientos).

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 Porcentaje de parasitismo

Para obtener el porcentaje de parasitismo se realizaron 3 lecturas, una cada 15 días por un periodo de tres meses durante los meses de noviembre, diciembre y enero. Se efectuó un ANDEVA, para cada lectura (cuadro 6)

Cuadro 6 Resultado del análisis de varianza para el porcentaje de parasitismo, de las tres lecturas. En aldea Las Trojes, Amatitlán, Guatemala. (2000-2001)

FV	GL	SC			CM			FC			FT		
		L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3	L1	L2	L3
Tratamientos	3	13751.05	14056.00	13716.69	4583.68	4685.33	4572.23	788.59*	931.25*	1719.62*	3.24	3.24	3.24
Error	16	93.00	80.50	42.54	5.81	5.03	2.66						
Total	19	13844.05	14136.50	13759.24									

* significancia

$\alpha = 0.05$

Nota:

L1= Lectura 1	CV
L2= Lectura 2	3.09 %
L3= Lectura 3	2.84 %
	2.104 %

El resultado de los análisis de varianza indica que existió diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, por lo cual fue necesario realizar una Prueba Dunnett (Testigo Vr. Tratamientos) para cada lectura.

Para la Prueba Dunnett se calcularon las diferencias que se observaron en las medias muestrales de los otros tratamientos con respecto a la media del Testigo.

También se realizó una Prueba de medias Tukey a los promedios de los 4 tratamientos de las 3 lecturas con el objeto de identificar el tratamiento que presentó el mayor porcentaje de parasitismo durante todo el experimento (cuadros 7 y 8).

Cuadro 7 Prueba de medias Dunnett en las 3 lecturas, de porcentaje de parasitismo en la evaluación de tres parasitoides para el control de *M. domestica*, aldea Las Trojes, Amatitlán Guatemala, (2000-2001).

Lectura 1 W=3.60		Lectura 2 W= 3.34		Lectura 3 W= 2.43	
Comparación	Resultado	Comparación	Resultado	Comparación	Resultado
Testigo Vr <i>Spalangia endius</i> (Wlk)	*	Testigo Vr. <i>Spalangia endius</i> (Wlk)	*	Testigo Vr <i>Spalangia endius</i> (Wlk).	*
TestigoVr <i>Muscidufurax raptorellus</i> (Kogan y Legner)	*	Testigo Vr. <i>Muscidufurax zaraptor</i> (Kogan y Legner)	*	TestigoVr <i>Muscidufurax raptorellus</i> (Kogan y Legner)	*
Testigo Vr. <i>Muscidufurax zaraptor</i> (Kogan y Legner)	*	TestigoVr <i>Muscidufurax raptorellus</i> (Kogan y Legner)	*	Testigo Vr. <i>Muscidufurax zaraptor</i> (Kogan y Legner)	*

Cuadro 8 Medias de las 3 lecturas del porcentaje de parasitismo en la evaluación de tres parasitoides de *M. domestica*, en la Aldea las Trojes, Amatitlán Guatemala (200-2001).

Parasitoide	Medias		
	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3
<i>Spalangia endius</i> (Wlk)	92	92	93
<i>Muscidufurax zaraptor</i> (Kogan y Legner)	82	86	82
<i>Muscidufurax raptorellus</i> (Kogan y Legner)	85	85	84
Testigo	0	0	0

En la prueba Dunnett realizada a las tres lecturas se puede observar que todos los tratamientos fueron distintos, es decir que existieron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, realizada al porcentaje de parasitismo (cuadro 7).

Nota: En el cuadro 9 tratamientos con la misma letra no presentaron diferencias significativas.

De acuerdo al análisis estadístico por medio de la Prueba Tukey como comparador múltiple de medias, se pudo observar que *S. endius*, es el que produjo significativamente el mayor porcentaje de parasitismo (92%), mientras que *M. raptorellus* y *M. zaraptor* son estadísticamente iguales y producen el mismo efecto en el porcentaje de parasitismo con 85 y 82% respectivamente.

Cuadro 9 Prueba de medias Tukey para el porcentaje de parasitismo, en la lectura 1, en la evaluación de tres parasitoides para el control de *M. domestica*, Aldea Las Trojes, Amatitlán Guatemala (2000-2001)

Comparador : W= 3.96

Parasitoide	Promedio del Porcentaje de parasitismo	Significancia Tukey al 5%
1 <i>Spalangia endius</i> (Wlk)	92	a
2 <i>Muscidufurax raptorellus</i> (Kogan y Legner)	85	b
3 <i>Muscidufurax zaraptor</i> (Kogan y Legner)	82	b
4 Testigo (sin parasitoide)	0	c

Nota: En el cuadro 9 tratamientos con la misma letra no presentaron diferencias significativas.

En el cuadro 10 los tratamientos con la misma letra no presentaron diferencias significativas.

Cuadro 10. Prueba de medias Tukey para la lectura 2 del % de parasitismo de tres parasitoides para el control de *M. domestica* Aldea Las Trojes, Amatitlán, Guatemala (2000-2001).

Parasitoides Tukey	Promedio del porcentaje de Parasitismo	Significancia al 5%
1 <i>Spalangia endius</i> (Wlk)	92	a
2 <i>Muscidufurax zaraptor</i> (Kogan y Legner)	86	b
3 <i>Muscidufurax raptorellus</i> (Kogan y Legner)	85	b
4 Testigo (Sin parasitoide)	0	c

Se observó que *S. endius*, presentó el mayor porcentaje de parasitismo (92%) mientras que *M. zaraptor* y *M. raptorellus* no presentaron diferencias significativas, es decir que estadísticamente producen el mismo efecto, ya que presentaron 86 y 85% respectivamente.

Cuadro 11 Prueba de medias Tukey para la lectura 3 del porcentaje de parasitismo de tres parasitoides para el control de *M. domestica*, Aldea Las Trojes, Amatitlán Guatemala (2000-2001)

Parasitoide	Promedio del % de Parasitismo	Significancia Tukey al 5%
1 <i>Spalangia endius</i> (Wlk)	93	a
2 <i>Muscidufurax raptorellus</i> (Kogan y Legner)	84	b
3 <i>Muscidufurax zaraptor</i> (Kogan y Legner)	82	b
4 Testigo (sin parasitoide)	0	c

Nota: Los tratamientos del cuadro 11 con la misma letra no presentaron diferencias significativas.

Se observó que *S. endius*, presentó el mayor porcentaje de parasitismo (93%) mientras que *M. raptorellus* y *M. zaraptor* (Kogan y Legner) no presentaron diferencias significativas, es decir producen el mismo efecto en el porcentaje de parasitismo, para el control de *M. domestica* es decir 84 y 83% de parasitismo respectivamente.

La diferencia en el porcentaje de parasitismo entre los parasitoides probablemente se debió a que el parasitoide *S. endius*, tiene más capacidad de búsqueda en comparación a *M. zaraptor* y *M. raptorellus*, además dicho parasitoide penetra a grandes profundidades a diferencia de *M. zaraptor* y *M. raptorellus*, en la búsqueda de la pupa de la *M. domestica*, y también son mejor adaptables al clima templado en comparación a especies *Muscidufurax* (17).

Debido a que *M. zaraptor* y *M. raptorellus*, son del mismo género poseen características similares y probablemente a esto se debe que no hubo diferencias significativas entre estos parasitoides.

En la figura 1 se puede observar el comportamiento del parasitoide *S. endius* durante los tres meses que se llevó a cabo el estudio, muestra el mayor porcentaje de parasitismo, mientras que *M. zaraptor* y *M. raptorellus*, durante las tres lecturas no produjeron diferencias significativas entre sí.

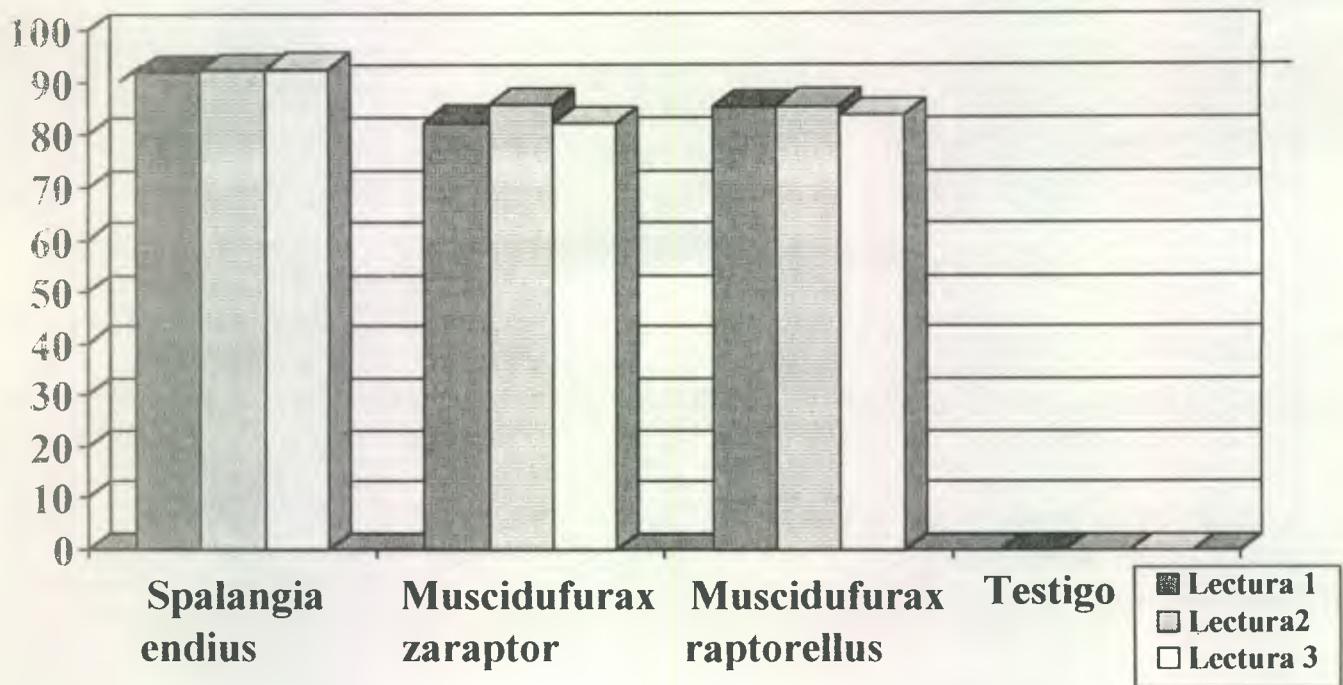


Figura 1. Promedio del porcentaje de parasitismo en las tres lecturas durante la evaluación de tres Parasitoides para el control de *M. domestica*, Aldea Las Trojes, Amatitlán, Guatemala.

En el cuadro 12 se puede observar que el análisis de varianza presenta significancia solamente los tratamientos.

Cuadro 12 Análisis de varianza combinado para el porcentaje de parasitismo tomando las lecturas como un segundo factor para el control de la *M. domestica* Aldea las Trojes, Amatitlán Guatemala (2000- 2001).

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
Tratamientos	3	41488.42	13829.47	3072.62 *	2.80
Lecturas	2	14.03	7.02	1.56 ns	3.19
Trat*lecturas	6	35.32	5.89	1.31 ns	2.3
Error	48	216.04	4.50		
Total	59	41765.04			

CV=2.72 %

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza se observó que no hubo diferencias significativas, en el efecto de interacción de tratamientos*lectura evaluados; tampoco para el factor lecturas, por lo que se presentan los resultados de las pruebas de Dunnett y Tukey, para el factor tratamientos (cuadro 13).

Cuadro 13 Prueba de medias Dunnett para el efecto de tratamientos realizada al porcentaje de parasitismo, para el control de la *M. domestica*, Aldea Las Trojes, Amatitlán Guatemala, (2000-2001).

Comparación	Resultado
Testigo Vr <i>Spalangia endius</i>	*
Testigo Vr <i>Muscidufurax raptorellus</i>	*
Testigo Vr <i>Muscidufurax zaraptor</i>	*

Comparador: W= 2.98

En el cuadro 14 podemos observar que el parasitoide *Spalangia endius*, es el parasitoide que produjo el mayor porcentaje de parasitismo.

Cuadro 14 Prueba de medias Tukey, en el análisis combinado tomando las lecturas como un segundo factor realizada a la evaluación de tres parasitoides para el control de la *M. domestica*, Aldea Las Trojes, Amatitlán Guatemala (2000-2001)

Parasitoides	Promedio del % de parasitismo	Significancia Tukey al 5%
1 <i>Spalangia endius</i> (Wlk)	92	a
2 <i>Muscidufurax raptorellus</i> (Kogan y Legner)	85	b
3 <i>Muscidufurax zaraptor</i> (Kogan y Legner)	83	b
4 Testigo	0	c

Comparador: $W = 3.28$

Nota: Los tratamientos del cuadro 14 con la misma letra no presentaron diferencias significativas.

De acuerdo al análisis anterior podemos decir que *S. endius*, es el que produjo significativamente el mayor porcentaje de parasitismo con un porcentaje promedio de 92% en comparación con *M. raptorellus* y *M. zaraptor* con un promedio de (85 y 83%) respectivamente, es decir que entre *M. raptorellus* y *M. zaraptor* estadísticamente las medias de los tratamientos se consideran iguales o equivalentes al no existir diferencia entre ellos.

La diferencia en el porcentaje de parasitismo entre los 3 insectos parasitoides evaluados se debió probablemente a que el parasitoide *S. endius*, es más adaptable a temperaturas y climas templados y en este caso son contó con las temperaturas siguientes:

Promedio máximo 24.8 °C, promedio mínimo 13.9 °C, absoluta máxima 33.4°C, y absoluta mínima 4.2°C, lo cual favorecía la reproducción del parasitoide *S. endius*, con esto confirmamos recientes investigaciones en Florida que afirman que el parasitoide *S. endius*, disminuye y erradica la población de *M. domestica* (29).

Asimismo el Dr. Morgan, el entomólogo Richard S. Petterson y el técnico biológico Arthur Bentón evaluaron el potencial del parasitoide *S. endius*, en el control de la *M. domestica*, en dos pruebas de campo en

una granja comercial, el porcentaje de *M. domestica* decreció y toda la pupa recolectada fue parasitada y se obtuvo un 89 - 92% de parasitismo (29).

Philip Morgan en 1976 realizó otra prueba con el parasitoide *S. endius* en un lugar donde crían ganado y se encontraba incidencia de *M. domestica*, el control de la plaga fue de 83-93% en 31 días y toda la pupa recolectada fue parasitada.

La Universidad de Illinois afirma que el parasitoide *S. endius*, es el más común y en 1997 fue publicado como primer documento comprensivo. El desarrollo de parasitoides de *M. domestica* y como parte importante de entomología ambiental de la Universidad de Illinois (3).

al ab

8. CONCLUSIONES

1. El parasitoide *Spalangia endius* (Wlk), (Hymenoptera: Pteromalidae) produjo mayor porcentaje de parasitismo en las poblaciones de pupas de *Musca domestica* (L), (92%), mientras que en los parasitoides *Muscidufurax zaraptor* (Kogan y Legner), y *Muscidufurax raptorellus* (Kogan y Legner) no existió diferencia significativa entre ellos, debido a que el porcentaje de parasitismo fue de 83 y 85% respectivamente en las tres lecturas realizadas durante el experimento.

9. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda, de adoptarse el control biológico de *Musca domestica*, utilizar la especie de parasitoide *Spalangia endius* (Wlk), para reducir el número de moscas nacidas, como parte del control biológico, debido a la efectividad demostrada.

10. BIBLIOGRAFIA

1. ABBOT LABORATORIES (EE.UU.). 1978. Manual técnico. Illinois, EE.UU. p. 4-20
2. AXTELL, R.C. 1986. Fly Control in confined livestock and poultry production. E.E.U.U., CIBA-GEYGY. Technical Monograph. 59 p.
3. BARLOW, J. 1997. Entomology; two parasitic wasp shows promise as means of controlling pest flies. News from the University of Illinois at urbana-champaign, 2p. ([http: www.news.uiuc.edu/archives/97.07/9707 wasptip.html](http://www.news.uiuc.edu/archives/97.07/9707_wasptip.html))
4. BUSTILLO, A.E. 1989. Microorganismos entomopatógenos. En Manejo Integrado Plagas Insectiles en la Agricultura. Ed. K.L. Y.J.R. Quezada. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Departamento de Protección Vegetal. p. 221-226
5. CALDERON L. 1998. Las mil y una moscas. Paso a Paso (Gua.) 3:5-7
6. CAMACHO, V. 1999. Parasitoides de mosca. Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Escuela de Biología. p.14-20.
7. CANADA. AGRICULTURE AND AGRI-FOOD CANADA. RESEARCH BRANCH. s.f. Biological control of livestock insects pest, biocontrol agents of Stable fly and house fly; parasitic wasp. Canadá. 3p. ([http: www.res2.agr.call.ethbridge/ Scitech/kdf/bioagent.htm](http://www.res2.agr.call.ethbridge/Scitech/kdf/bioagent.htm)).
8. CASASOLA, A. 2000. Uso de parasitoides para el control de mosca común. Guatemala, Bioagroservicios. p 1-4.
9. CASTILLO, J. s.f. Combaten a las moscas con avispas inofensivas a los humanos. Iztapalapa, México 2p. ([http: www.uam.mx/organo-uam/documentos/V-III/iii 10-15.html](http://www.uam.mx/organo-uam/documentos/V-III/iii_10-15.html)).
10. CRESPO, D.C. 1999. Laboratorios de mosca doméstica. Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 3p. ([http://www.cnia.inta.gov.ar/ civcya/imyza/amip/ Lmd.html](http://www.cnia.inta.gov.ar/civcya/imyza/amip/Lmd.html)).
11. _____; LEUCONA, RE. 2000. Manejo integrado de la mosca doméstica realizado por el Instituto Nacional Forestal de Tecnología Agropecuaria. Argentina. 2p. ([http: www.e-campo.com/ altavicultura 19.htm](http://www.e-campo.com/altavicultura_19.htm)).
12. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p.18.

13. DeBach, P. 1968. Control biológico de plagas e insectos y malas hierbas. México, Continental, 575 p.
14. DUDA, R.; REJL, L. 1990. La gran enciclopedia de los insectos. Checoslovaquia. Susaeta. p 459-510.
15. ESTRADA, R.E. 1991. Control microbiano del curso de enseñanza de control biológico en universidades de América Latina. Guatemala, Agrícola El Sol. 15 p.
16. FALCON, C.A., SMITH, R.F. 1974. Manual de control integrado de plagas del algodón. Roma, FAO. 87 p.
17. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1976. Diccionario geográfico de Guatemala. 2 ed. Guatemala, Tomo 1, p. 2.
18. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. 1983. Mapa de zonas de vida de la república de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Geográfico Militar. Esc 1:600,000.
19. HERNANDEZ D, A.G. 1991. Sanidad vegetal y su importancia en la agricultura. Guatemala Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p 217.
20. IANACONE, J.; CHAUCA, J; CARRION, C. 1994. Prevalencia de parásitos pupales *Spalangia endius* y *Muscidifurax sp.* (Hymenoptera: Pteromalidae) en la mosca doméstica en una zona urbana del Callao, Lima Perú. Universidad Nacional Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Instituto de investigaciones de Ciencias Biológicas "Antonio Raimondi". 1p. (<http://www.unmsm.edu.pe/biologia/Investigación/c4r39.htm>).
21. MEDINA GARCIA, H.L. 1996. Diagnóstico de la producción de tomate. En la aldea Las Trojes municipio de Amatitlán, Departamento de Guatemala. Diagnóstico EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 914.
22. METCAFL, C.L; FLINT, W.P. 1966. Insectos destructivos e insectos útiles sus costumbres y su control. Trad. de Alonso Blackaller Valdés. México, CECSA. 1208 p.
23. NIEVES, J.L.; FONTAL, F.M. 1999. Filogenia y evolución del orden Hymenoptera. Madrid. 2p (entomologia.rediris.es/sea/bol/vol/26/S3/articulo/.)
24. NICHOLLS, C.I.; ALTIERI, M.A. 1994. Control biológico en agroecosistemas mediante el manejo de insectos entomófagos. California. EE.UU. 3p. (<http://www.clades.org/r11-art4.htm>).

25. ODERICK, A. 1998. Fly control in poultry barns. Nova Scotia, Canadá. Departament of agriculture and marketing. 4p. ([http://www/agri.gov.ns.ca/Pt/lives/poultry/pest cont/fly.htm](http://www/agri.gov.ns.ca/Pt/lives/poultry/pest%20cont/fly.htm)).
26. PASCUAL VILLATORO, L.F. 1988. Diagnóstico general de la Aldea las Trojes, Amatitlán. Diagnóstico EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 30.
27. RICHARD, J. 1971. Fundamentos de entomología. Kansas, E.E.U.U., Universidad del estado. p. 236-237, 288-289.
28. SIMMONS, CH.S. 1956. Descripción de los suelos que aparecen en la carta agrológica de reconocimiento de la república. Guatemala.
29. THE UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. AGRICULTURAL RESEARCH. 1976. Parasitoides de moscas. p- 7-9.
30. TOWNSEND, L. s.f. Biological control of flies. USA, university of Kentucky College of agriculture. 3p. ([http://www.uky.edu/agriculture/entomology/entfacts/Livestc/ef 502.htm](http://www.uky.edu/agriculture/entomology/entfacts/Livestc/ef502.htm)).
31. VALDEZ, W. 1998. Las mil y una moscas. Paso a Paso. (Gua.) 2:6-10.



1/0. B^o.
Miguel De La Roca

11. APENDICE

AMATITLAN
MAPA REGIONAL

- | | | | |
|--|--------------------|--|-------------------------------|
| | CABECERA MUNICIPAL | | CARRETERA PRINCIPAL |
| | ALDEA | | CARRETERA SECUNDARIA |
| | FINCA O CASERIO | | LIMITE DEPARTAMENTAL |
| | FERROCARRIL | | LIMITE MUNICIPAL (EN ESTUDIO) |

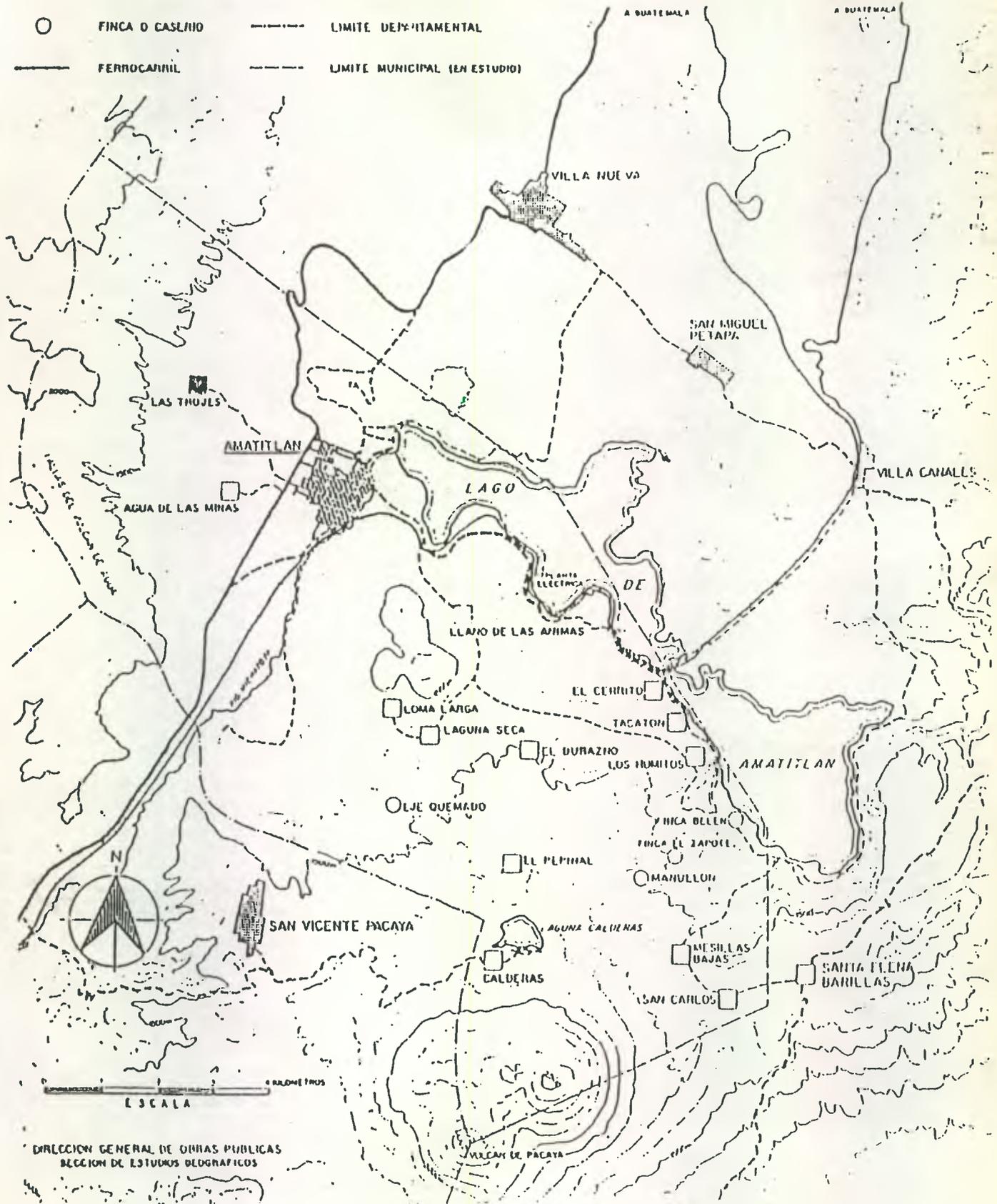


Figura 2A. Ubicación de la Aldea Las Trojes

EICOSA Y PROAVISA

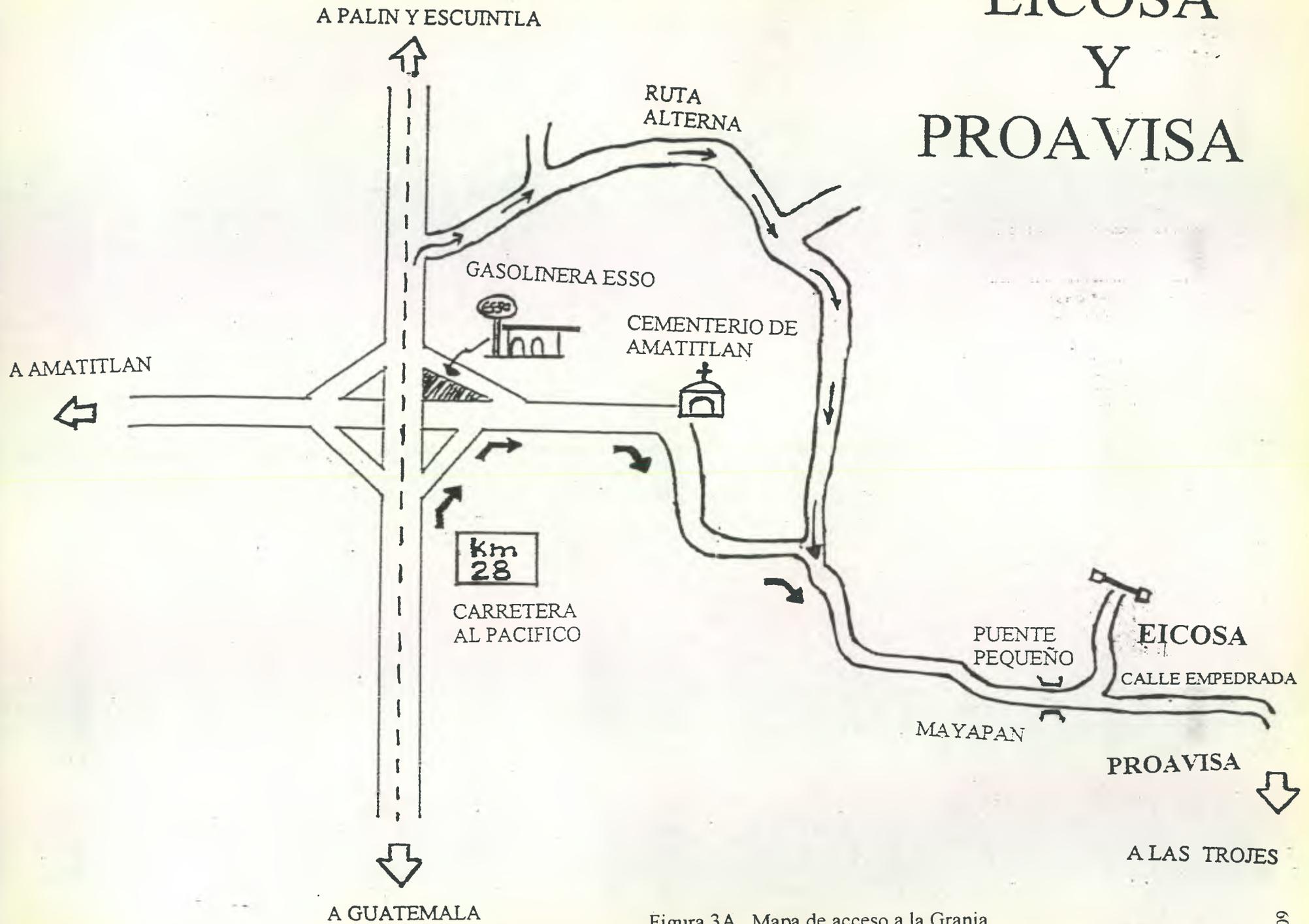


Figura 3A. Mapa de acceso a la Granja

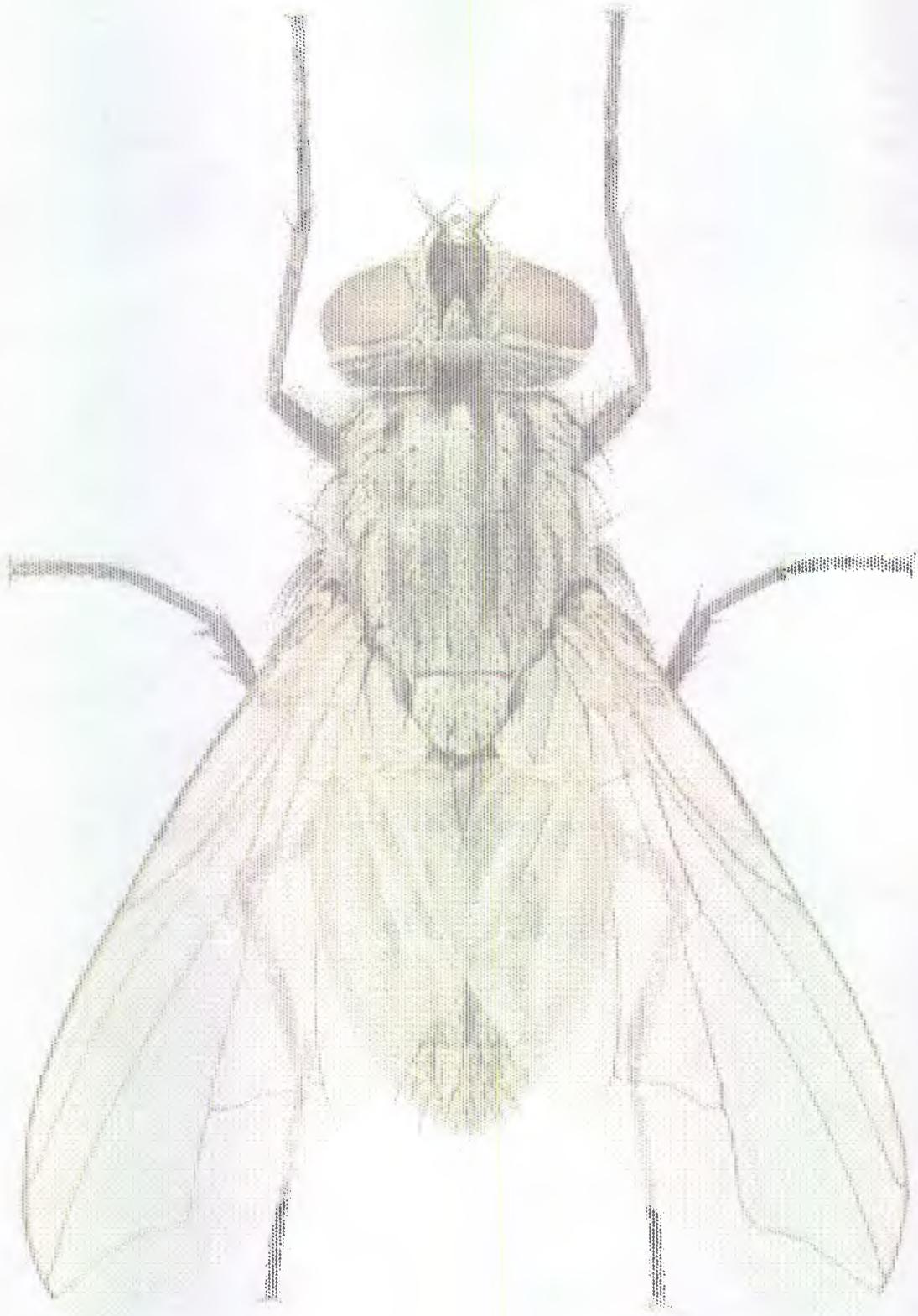
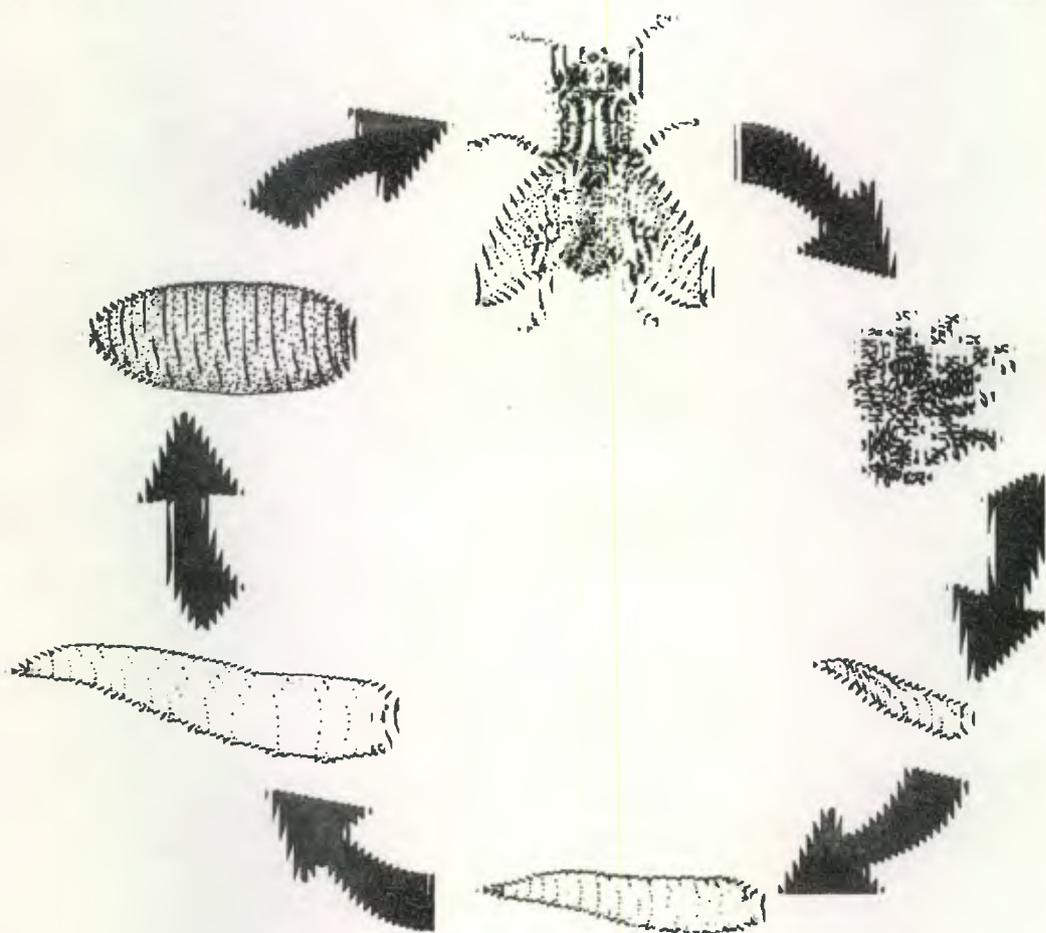
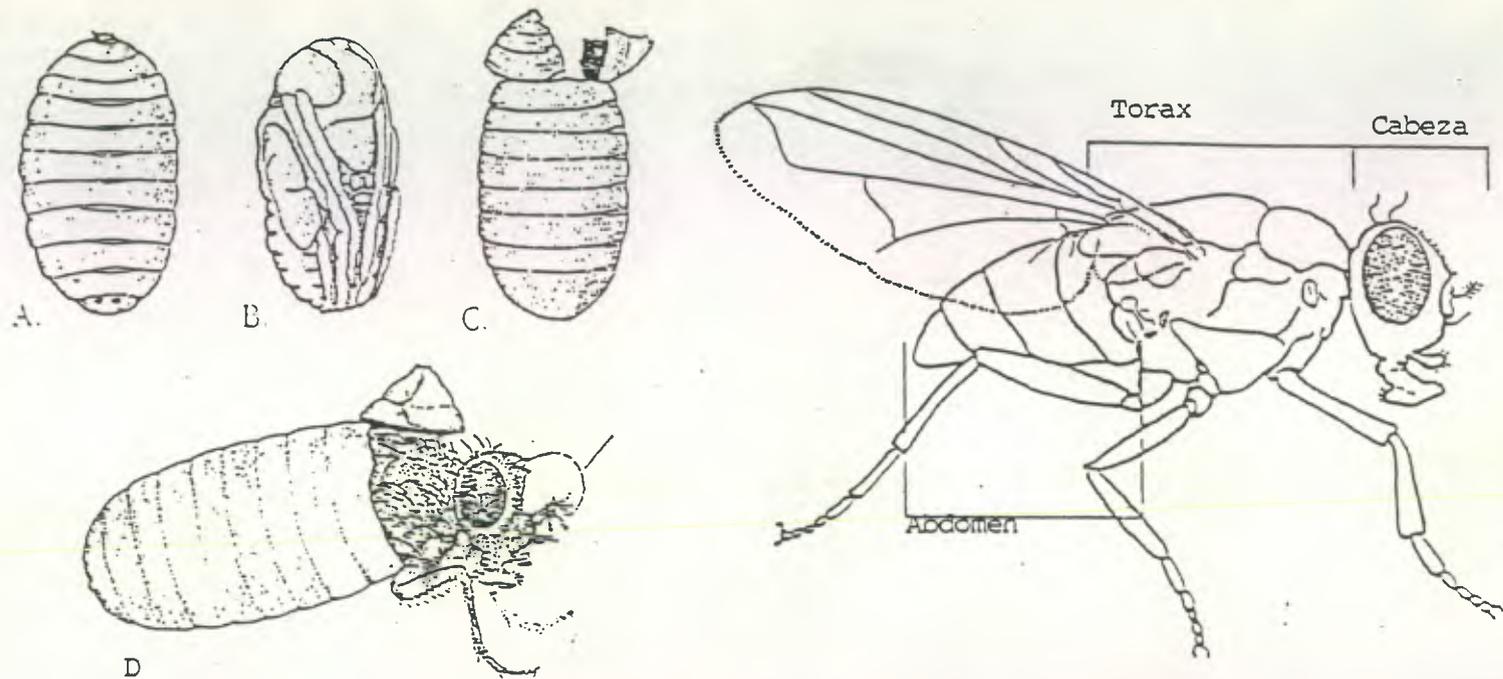


Figura 4A. *Musca domestica* (L) (2).

**Nota:**

- Huevo 8-30 horas.
- 1er, 2do, y 3er. estado larvario 5 a 14 días.
- Pupa 3 a 10 días.
- Ciclo total de 21 a 24 días.

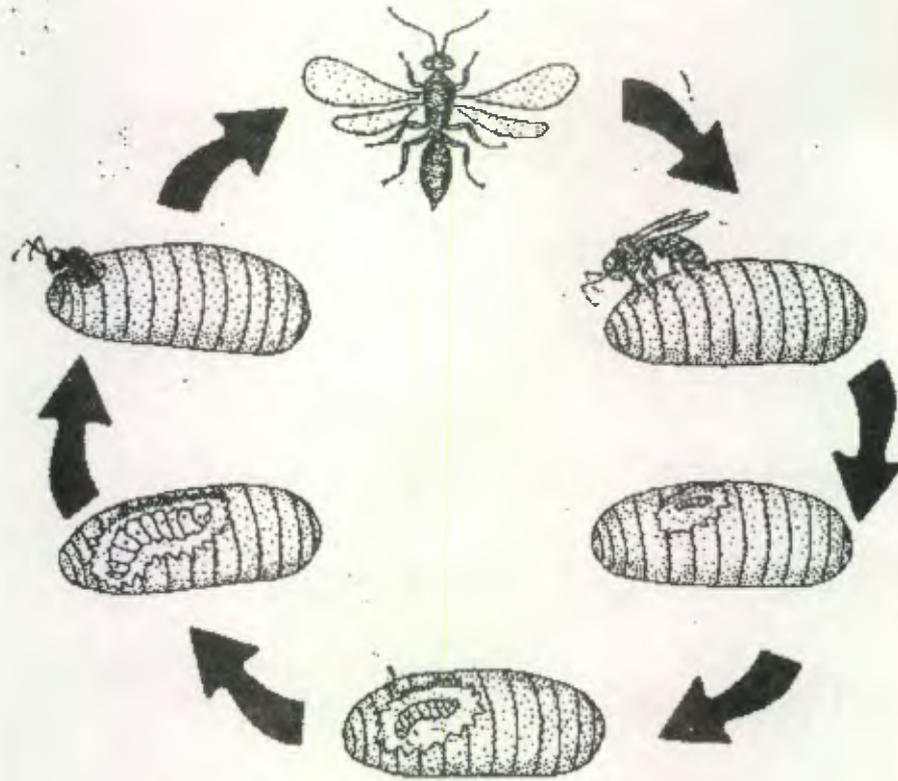
Figura 5A. Ciclo de vida de la *Musca domestica* (L). en sus diferentes estadios, que dura 21-24 días (2,22)



Nota:

- Caparazón pupal demostrando restos de espiráculos del estado larval posteriores y anteriores.
- Pupa que se a desarrollado dentro del pupario.
- Puparium después que la mosca adulta a ecllosionado.
- Mosca adulta emergiendo de la parte anterior del puparium.

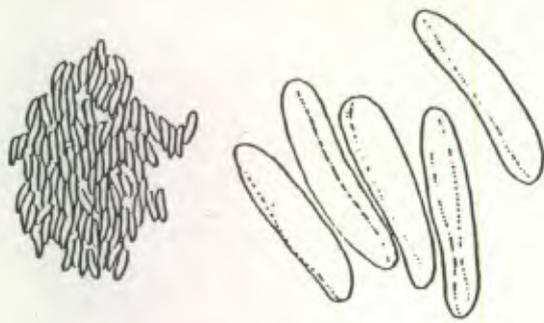
Figura 6A. Estadios de la pupa de la *Musca domestica* (L).



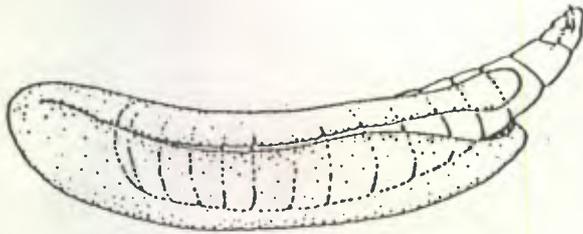
Nota:

- Huevo 1 a 2 días.
- 1er, 2do y 3er estado larvario 6 a 15 días.
- Ciclo total de 2 a 4 semanas dependiendo del clima.

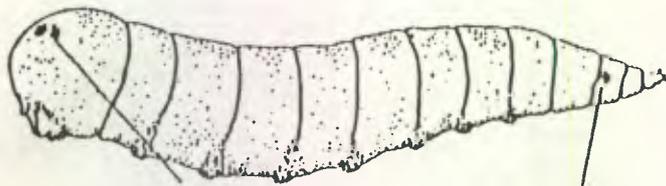
Figura 7A. Diagrama del ciclo de vida del parasitoide *Spalangia endius* (2).



Huevos.



Huevo del parasitoide ovipositado en pupa de mosca.



Espiraculo posterior.

Espiraculo anterior.

Figura 8A. Diferentes estadios del parasitoide *Spalangia endius* (Wlk)



Figura 9A. Parasitoide *Spalangia endius* ovipositando en la pupa de la *Musca domestica* (2).



A.



B.



C.



D.

Figura 10A. Diferentes estadios del parasitoide *Spalangia endius*, al ovipositar una Pupa de *Musca domestica*; a), Huevo de parasitoide *S.endius*, en la superficie de la pupa de la *M. domestica*, b) Parasitoide en tercer estado larval. c) Pupa de parasitoide cambiando a estado adulto. d) Parasitoide emergiendo de la pupa de la *M. domestica*.



Figura 11A. Caja utilizada como unidad experimental.

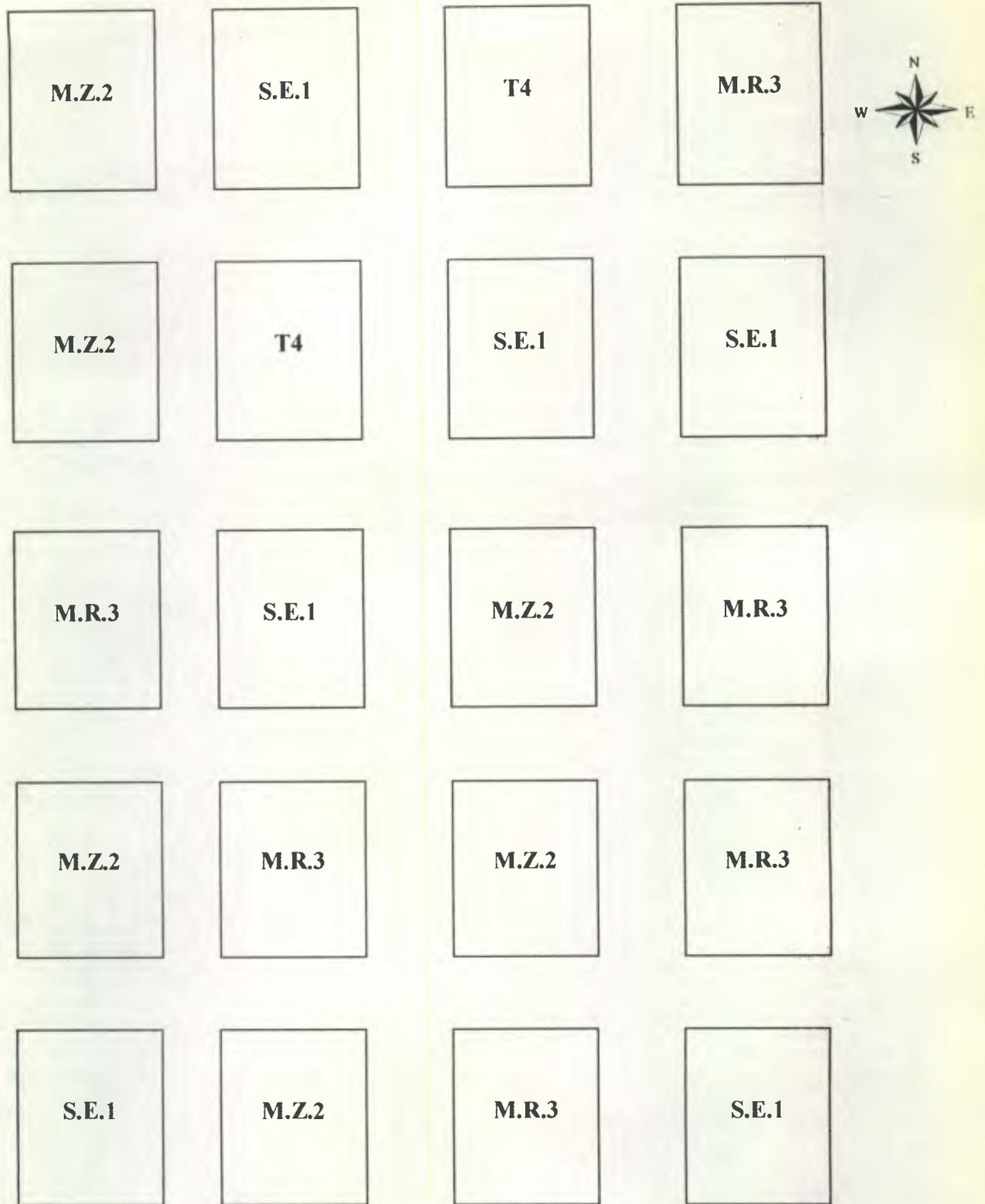


Figura 12A. Diseño Experimental

Cuadro 15A. Número de moscas nacidas en las 3 lecturas.

Tratamiento	repetición	lectura	No. de pupas de mosca colocadas	No. de parasitoides colocados	# de moscas nacidas	Parasitoides hembras nacidos	Parasitoides machos	Pupas sin	Pupas no	%
							nacidos	eclosionar	parasitadas	
SE1	1	1	200	100	7	180	24	9	16	92
SE1	2	1	200	100	6	95	87	12	18	91
SE1	3	1	200	100	9	124	59	8	17	91.5
SE1	4	1	200	100	5	40	145	10	15	92.5
SE1	5	1	200	100	8	52	128	12	20	90
SE1	6	1	200	100	5	132	56	7	12	94
SE1	1	2	200	100	8	64	118	10	18	91
SE1	2	2	200	100	5	79	108	8	13	93.5
SE1	3	2	200	100	6	131	51	12	18	91
SE1	4	2	200	100	6	85	98	11	17	91.5
SE1	5	2	200	100	6	51	136	7	13	93.5
SE1	6	2	200	100	4	142	45	9	13	93.5
SE1	1	3	200	100	5	101	88	6	11	94.5
SE1	2	3	200	100	8	86	98	8	16	92
SE1	3	3	200	100	7	96	87	10	17	91.5
SE1	4	3	200	100	9	68	111	12	21	89.5
SE1	5	3	200	100	5	132	56	7	12	94
SE1	6	3	200	100	7	70	117	6	13	93.5
MZ2	1	1	200	100	22	115	48	15	37	81.5
MZ2	2	1	200	100	26	89	73	12	38	81
MZ2	3	1	200	100	25	140	26	9	34	83
MZ2	4	1	200	100	17	37	138	8	25	87.5
MZ2	5	1	200	100	29	102	56	14	43	78.5
MZ2	6	1	200	100	23	22	143	12	35	82.5
MZ2	1	2	200	100	13	118	54	15	28	86
MZ2	2	2	200	100	18	36	137	9	27	86.5
MZ2	3	2	200	100	19	63	105	13	32	84
MZ2	4	2	200	100	28	96	69	7	36	82.5
MZ2	5	2	200	100	22	34	138	6	28	86
MZ2	6	2	200	100	17	80	98	5	22	89
MZ2	1	3	200	100	21	144	23	12	33	83.5
MZ2	2	3	200	100	24	64	96	16	40	80
MZ2	3	3	200	100	27	82	83	8	35	82.5
MZ2	4	3	200	100	23	90	76	11	34	83
MZ2	5	3	200	100	28	98	61	13	41	79.5
MZ2	6	3	200	100	26	118	50	6	32	84
MR3	1	1	200	100	13	76	99	12	25	87.5
MR3	2	1	200	100	27	118	45	10	37	81.5
MR3	3	1	200	100	21	43	127	9	30	85
MR3	4	1	200	100	20	78	87	15	35	82.5
MR3	5	1	200	100	17	96	80	7	24	88
MR3	6	1	200	100	19	118	57	6	25	87.5
MR3	1	2	200	100	15	114	63	8	23	88.5
MR3	2	2	200	100	25	36	127	12	37	81.5
MR3	3	2	200	100	19	46	121	14	33	83.5
MR3	4	2	200	100	17	54	116	13	30	85
MR3	5	2	200	100	15	21	158	6	21	89.5
MR3	6	2	200	100	27	136	32	5	32	84
MR3	1	3	200	100	27	13	156	4	31	84.5
MR3	2	3	200	100	21	145	26	6	29	85.5
MR3	3	3	200	100	23	152	12	13	36	82
MR3	4	3	200	100	27	28	138	7	34	83
MR3	5	3	200	100	21	125	42	12	33	83.5
MR3	6	3	200	100	28	24	143	5	33	83.5
T4	1	1	200	0	193	0	0	7	200	0
T4	2	1	200	0	190	0	0	10	200	0
T4	1	2	200	0	191	0	0	9	200	0
T4	2	2	200	0	194	0	0	6	200	0
T4	1	3	200	0	195	0	0	5	200	0
T4	2	3	200	0	193	0	0	7	200	0

Cuadro 16A. Programa SAS, para las tres lecturas, realizada al porcentaje de parasitismo.

```

dm 'log;clear;output;clear';
options nodate nocenter nonumber;
Data Laura;
input trat rep lect1 lect2 lect3;
cards;
1 1 92 91 94.5
1 2 91 93.5 92
1 3 91.5 91 91.5
1 4 92.5 91.5 89.5
1 5 90 93.5 94
1 6 94 93.5 93.5
2 1 81.5 86 83.5
2 2 81 86.5 80
2 3 83 84 82.5
2 4 87.5 82.5 83
2 5 78.5 86 79.5
2 6 82.5 89 84
3 1 87.5 88.5 84.5
3 2 81.5 81.5 85.5
3 3 85 83.5 82
3 4 82.5 85 83
3 5 88 89.5 83.5
3 6 87.5 84 83.5
4 1 0 0 0
4 2 0 0 0
;

proc GLM;
class trat;
model lect1=trat;
means trat/Tukey;
means trat;
output out=residuol r=residl;
title "Resultados de la Tesis de Laura Verónica López";
run;

proc univariate normal data=residuol;
var residl;
title "Prueba de Normalidad Lectura 1 Tesis de Laura";
run;

proc GLM;
class trat;
model lect2=trat;
means trat/Tukey;
means trat;
output out=residuo2 r=resid2;
title "Resultados de la Tesis de Laura Verónica López";
run;

proc univariate normal data=residuo2;
var resid2;
title "Prueba de Normalidad Lectura 2 Tesis de Laura";
run;

```

```

proc GLM;
class trat;
model lect3=trat;
means trat/Tukey;
means trat;
output out=residuo3 r=resid3;
title "Resultados de la Tesis de Laura Verónica López";
run;

proc univariate normal data=residuo3;
var resid3;
title "Prueba de Normalidad Lectura 3 Tesis de Laura";
run;

```

Cuadro 17A. Programa SAS, para la interacción trat*lect.

```

dm 'log;clear;output;clear';
options nodate nocenter nonumber;
data laura2;
input trat rep lectura parasit;
cards;
1      1      1      92
1      2      1      91
1      3      1      91.5
1      4      1      92.5
1      5      1      90
1      6      1      94
1      1      2      91
1      2      2      93.5
1      3      2      91
1      4      2      91.5
1      5      2      93.5
1      6      2      93.5
1      1      3      94.5
1      2      3      92
1      3      3      91.5
1      4      3      89.5
1      5      3      94
1      6      3      93.5
2      1      1      81.5
2      2      1      81
2      3      1      83
2      4      1      87.5
2      5      1      78.5
2      6      1      82.5
2      1      2      86
2      2      2      86.5
2      3      2      84
2      4      2      82.5
2      5      2      86
2      6      2      89
2      1      3      83.5
2      2      3      80
2      3      3      82.5
2      4      3      83
2      5      3      79.5

```

2	6	3	84
3	1	1	87.5
3	2	1	81.5
3	3	1	85
3	4	1	82.5
3	5	1	88
3	6	1	87.5
3	1	2	88.5
3	2	2	81.5
3	3	2	83.5
3	4	2	85
3	5	2	89.5
3	6	2	84
3	1	3	84.5
3	2	3	85.5
3	3	3	82
3	4	3	83
3	5	3	83.5
3	6	3	83.5
4	1	1	0
4	2	1	0
4	1	2	0
4	2	2	0
4	1	3	0
4	2	3	0

```
;
proc GLM;
class trat lectura;
model parasit=trat lectura trat*lectura;
means trat / tukey;
means trat;
output out=residuos r=resid;
title "RESULTADOS DE TESIS LAURA LOPEZ, TOMANDO COMO 2o. FACTOR EL TIEMPO";
run;

proc univariate normal data=residuos;
var resid;
title "Prueba de Normalidad , Bifactorial de Laura López";
run;
```



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE TRES PARASITOIDES SOBRE EL NIVEL DE POBLACIONES DE Musca domestica Linneo, EN LA ALDEA LAS TROJES, AMATITLAN, GUATEMALA".

DESARROLLADA POR LA ESTUDIANTE: LAURA VERONICA LOPEZ

CARNET No: 9240541

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Filadelfo Guevara Chávez
Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno Juárez

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. M.Sc. Roderico Antonio Estrada Muy
A S E S O R

Ing. Agr. M.Sc. Alvaro G. Hernández Dávila
A S E S O R



Dr. Arcio Abderramán Ortíz López
DIRECCION DIRECTOR DEL IIA.

I M P R I M A S E

Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Franco Rivera
D E C A N O

cc:Control Académico
IIA.
Archivo
AO/prt.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.
TEL/FAX (502) 476-9794
e-mail: liusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>