

T-UES  
1304  
C7962  
2001



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS.  
DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL



EFFECTO DEL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO A DIFERENTES  
TEMPERATURAS SOBRE LA EMERGENCIA DE *Lysiphlebus*  
*testaceipes* (Hym: Braconidae: Aphidiinae) (Cresson).

POR:

JOSE JESÚS CORDOVA MIRANDA  
BILFIDO ERNESTO ROMERO LOPEZ  
JOSE MARCIAL URIAS CHICAS.

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO.



5258

SAN SALVADOR, NOVIEMBRE DEL 2001.

RECTORA:

Dra. MARIA ISABEL RODRÍGUEZ.

SECRETARIO GENERAL.

Lic. LIDIA MARGARITA MUÑOS.

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS.

Ing. Agr. M. Sc. FRANCISCO LARA ASCENCIO.

DECANO

Ing. Agr. JORGE ALBERTO ULLOA ERROA.

SECRETARIO.

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL.



Ing. Agr. GUSTAVO HENRIQUE MARTINEZ.

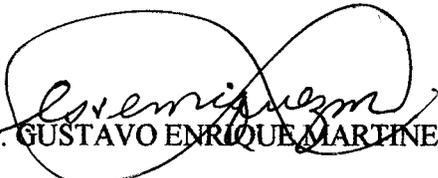
ASESORES.

Ing. Agr. M. Sc. JOSE MIGUEL SERMEÑO CHICAS.

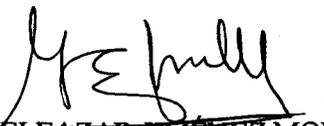


Ing. Agr. M. Sc. RAFAEL ANTONIO MENJIVAR ROSA.

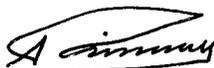
JURADO.



Ing. Agr. GUSTAVO ENRIQUE MARTINEZ.



Ing. Agr. GALINDO ELEAZAR JIMENEZ MORAN.



Ing. Agr. MSc. ANDRES WILFREDO RIVAS

## RESUMEN.

La investigación se realizó de enero a octubre del 2001, en el invernáculo del Departamento de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, con coordenadas geográficas de 13° 43.3' LN, y 89° 12.4' LW. Se inició con la producción de plantas de berenjena, que servirían para mantener colonias de *Aphis gossypii*, estas, se colocaron en jaulas forradas con tela organdi para evitar el ingreso de insectos no deseados; seguidamente se procedió a la búsqueda y recolección de muestra de áfidos no parasitados y parasitados, procedentes de cultivos de berenjena, chile y cucurbitáceas, ubicados en Zapotitan, Colima y Campo Experimental de la UES; dichas muestras fueron transportadas en una hielera hasta el "mini-laboratorio" adyacente al invernáculo; en donde los áfidos parasitados fueron colocados en cámaras de recuperación para que emergiera *L. testaceipes* y los no parasitados (previa identificación) fueron ubicados en las plantas, con el objetivo de lograr altas poblaciones de áfidos que sirvieran para mantener poblaciones de *L. testaceipes* y establecer un pie de cría. Inmediatamente, se introdujeron dos plantas con áfidos a cada jaula que contenía *L. testaceipes*, para que los parasitaran durante uno y dos días; luego eran retiradas e introducidas en jaulas vacías hasta la formación de "momias", las cuales eran extraídas colocando 10 individuos por caja "petri" correspondiendo a una de las seis repeticiones de los tratamientos sometidos a temperaturas de -15, -12, -5, 2, 6, 8, 9, 10, 11, 14, 23.71°C y tiempos de almacenamiento de 0.17, 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20 y 30 días. Las variables estadísticas fueron: porcentaje de emergencia total, porcentaje de hembras emergidas, porcentaje de machos emergidos y tiempo de emergencia. Los datos obtenidos se analizaron a través de correlaciones simples. Los mejores resultados en la prolongación del tiempo emergencia fueron 12-13, 11-12, 10-11 días mas con respecto al testigo, cuando las "momias" fueron almacenadas a 2, 6 y 9°C respectivamente durante 10 días presentando un 60-70% de emergencia. El mayor porcentaje en la emergencia total fue de 86.67% a 6.0 y 9.0°C, durante 0.17 días de almacenamiento, pero su tiempo de emergencia se prolongo solamente un día con respecto al testigo.

## AGRADECIMIENTOS.

- A Dios todo poderoso.
  
- A los asesores:  
Ing. Agr. MSc. José Miguel Sermeño Chicas y Rafael Antonio Menjivar Rosa, por su valiosa colaboración e la elaboración del presente documento.
  
- Al coordinador general.  
Por su disponibilidad para agilizar la evaluación del documento.
  
- A los docentes de la Facultad de Ciencias Agronómicas por darnos sus conocimiento desinteresadamente a lo largo de nuestra formación académica.
  
- A todas las personas que nos brindaron su colaboración de una u otra forma, para que se llevara a cabo nuestro trabajo de graduación.
  
- A la Universidad de El Salvador, por habernos proporcionado nuestra formación académica.
  
- A la familia Urías Chicas por todo su apoyo en el desarrollo de la investigación.

El grupo.

## DEDICATORIA

➤ A DIOS TODO PODEROSO.

Porque sin él no hubiese sido posible el cumplimiento de mis metas.

➤ A MI MADRE.

Martina Miranda López de Córdova, por el apoyo constante en las alegrías y en los momentos mas críticos de la vida.

➤ A MIS HERMANOS.

Maria Gloria Córdova Miranda, Herberth Antonio Miranda Romero, por la confianza y comprensión en todos los aspectos de la vida lo cual fue esencial para culminar esta carrera.

➤ A MIS FAMILIARES.

Especialmente a los esposos Alfonso Menjivar Miranda y Maria Eugenia Valencia de Menjivar; a sus hijas Claudia Maria Menjivar Valencia y Jeimy del Carmen Menjivar Valencia.

➤ A MIS COMPAÑEROS.

Bilfido Ernesto Romero López , José Marcial Urias Chicas, por compartir muchos conocimientos útiles para el mejor desempeño como profesional.

➤ A MIS AMIGOS.

Especialmente a Miguel López y a sus padres, Wilfredo Moran, Ulises Orellana, Armando Romero, José Salomón Ayala, Mauricio Aviles, Santos Eulises Castro Quijano, Calixto de Jesús Martínez Palma, y demás amistades que de una u otra forma han contribuido a mi formación y culminación de la carrera.

JOSE JESÚS CORDOVA MIRANDA.

## DEDICATORIA.

➤ A DIOS TODO PODEROSO Y A LA VIRGEN MARIA.

Por ser siempre los que han guiado mi camino.

➤ A MIS PADRES.

Medardo Romero e Isabel López por ser aquellas personas que con su sacrificio y esfuerzo lograron proporcionarme lo indispensable para mi formación.

➤ A MIS HERMANOS.

Beatriz, José Medardo, Luis Fernando, Clara Elena, Reina Arminda, José Iván Romero López. Por haberme brindado apoyo esperanza consuelo y animo.

➤ A MIS COMPAÑEROS DE TESIS.

José Jesús Córdova Mirando y José Marcial Urías Chicas. Por haberme permitido la oportunidad de trabajar juntos y desarrollar la tesis con tranquilidad.

➤ A PERSONA ESPECIALES.

Abuelos (Alonso y Eulogia), Sandra Romero, Margarita Pacheco, Ester López, Miguel Romero, Elba López, Jesús Vaquerano, Raúl Tejado y amigos. Por haber estado siempre con migo en toda mi carrera.

BILFIDO ERNESTO ROMERO LOPEZ.

## DIDICATORIA.

➤ A DIOS TODO PODEROSO Y A NUESTRA MADRE SANTÍSIMA LA VIRGEN MARIA.

Por ser ellos los que me guían en todo momento de mi vida y por darme fe y esperanza de triunfar.

➤ A MIS PADRES.

Jesús Chicas de Urías y Marcial Urías Leiva por darme todo su amor, apoyo y lo necesario para toda mi carrera.

➤ A MI TIO.

José Urías Leiva por darme su apoyo en todo momento.

➤ A MIS HERMANOS.

José Eduardo, José Pablo, Isidro, Estanislodo, Maria de los Ángeles, Juan, Maria Esperanza, José Antonio, Rosa Maria Urías Chicas. Por estar en todo momento de mi carrera ayudándome.

➤ A TODA MI FAMILIA QUE ME APOYO EN TODA MI CARRERA.

A todos mis sobrinos por ser mis amigos y estar siempre con migo en todo momento, y les pido que estudien mucho para que alcance un alto nivel de estudio.

➤ A MIS COMPAÑEROS DE TESIS Y AMIGOS.

José J. Córdova, Bifido E. Romero, por ayudarme en todo mi trabajo y compartir sus conocimientos con migo.

➤ A MIS AMIGOS.

Calixto de Jesús Martínez, Santos E. Castro, Juan Gamez Alas y todos aquellos que han hecho posible este triunfo. Se los agradezco de todo corazón.

JOSE MARCIAL URIAS CHICAS.

## INDICE.

CONTENIDO.	Pág.
RESUMEN.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
INDICE DE CUADROS.....	xii
INDICE DE FIGURAS.....	xiii
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1. Aspectos generales de <i>Aphis gossypii</i> (Glover).....	2
2.1.1. Distribución geográfica de <i>A. gossypii</i> .....	2
2.1.2. Plantas hospederas de áfidos.....	2
2.1.3. Clasificación taxonómica de <i>A. gossypii</i> .....	3
2.1.4. Descripción de <i>A. gossypii</i> .....	3
2.1.5. Biología de <i>A. gossypii</i> .....	4
2.1.5.1. Ciclo biológico.....	4
2.1.6. Condiciones para su desarrollo.....	6
2.1.7. Mecanismos de defensa de <i>A. gossypii</i> al ataque del parasitoide.....	7
2.1.8. Importancia económica.....	8
2.2. Aspectos generales de <i>Lysiphlebus testaceipes</i> (Cresson).....	10
2.2.1. Distribución geográfica del parasitoide.....	10
2.2.2. Clasificación taxonómica de <i>L. testaceipes</i> .....	10
2.2.3. Sinonimia.....	10
2.2.4. Descripción de <i>L. testaceipes</i> .....	11
2.2.5. Ciclo biológico del parasitoide.....	11
2.2.5.1. Oviposición.....	12
2.2.5.2. Huevo.....	12
2.2.5.3. Larva.....	12
2.2.5.4. Pupa.....	12
2.2.5.5. Adulto.....	12
2.2.6. Utilización de <i>L. testaceipes</i> para el control biológico de <i>A. gossypii</i> .....	13
2.2.7. Hospederos (Áfidos).....	14

2.2.8. Época de mayor incidencia del parasitoide.....	15
2.2.9. Capacidad de búsqueda de <i>L. testaceipes</i> .....	16
2.2.10. Comportamiento reproductiva de <i>L. testaceipes</i> .....	18
2.2.11. Factores que inciden en el desarrollo de <i>L. testaceipes</i> .	20
2.2.11.1. Humedad relativa.....	20
2.2.11.2. Luminosidad.....	20
2.2.11.3. Temperatura.....	20
3. MATERIALES Y METODOS.....	24
3.1. Ubicación y caracterización del área de trabajo.....	24
3.2. Fases de la investigación.....	24
3.2.1. Producción de plantas libres de insectos, ácaros y enfermedades.....	24
3.2.2. Búsqueda y recolección del material biológico.....	26
3.2.3. Manejo del material biológico colectado.....	26
3.2.4. Fase de invernáculo.....	27
3.2.4.1. Establecimiento de colonia de áfidos y parasitoides	27
3.2.4.2. Mantenimiento de la colonia de <i>Aphis gossypii</i> ...	28
3.2.4.3. Mantenimiento de colonias de <i>L. testaceipes</i> .....	29
3.2.5. Fase de laboratorio.....	29
3.2.5.1. Realización de las pruebas de temperatura y tiempo de almacenamiento.....	30
3.2.5.2. Sexado de los parasitoides emergidos de los diferentes tratamientos.....	31
3.3. Pruebas de partenogénesis de <i>L. testaceipes</i> .....	32
3.4. Metodología estadística.....	32
3.4.1. Factores en estudio.....	32
3.4.2. Variables en estudio.....	32
3.4.3. Descripción de tratamientos.....	32
3.4.4. Análisis estadístico.....	35
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
4.1. Pruebas de temperatura y tiempo de almacenamiento.....	37
4.1.1. Efecto de la temperatura y el tiempo de almacenamiento en el porcentaje de emergencia total.....	37
4.1.2. Efecto de la temperatura y el tiempo de almacenamiento en el porcentaje de hembras emergidas.....	40
4.1.3. Efecto de la temperatura y el tiempo de almacenamiento en el porcentaje de machos emergidas.....	44

4.1.4. Efecto de la temperatura y el tiempo de almacenamiento en el tiempo de emergencia de <i>L. testaceipes</i> .....	47
4.1.5. Determinación de la temperatura y el tiempo de almacenamiento.....	49
4.1.6. Prueba de partenogénesis en <i>L. testaceipes</i> .....	51
4.1.7. Pruebas preliminares de parasitismo.....	51
5. CONCLUSIONES.....	53
6. RECOMENDACIONES.....	55
7. LITERATURA CITADA.....	56
8. ANEXOS.....	64

INDICE DE CUADRO.

CUADRO.

	Pág.
1. Ciclo biológico de <i>A. gossypii</i> estudiados por diferentes autores.....	5
2. Ciclo biológico de <i>L. testaceipes</i> de acuerdo a diferentes investigadores	13
3. Porcentaje de mortalidad pupal de <i>L. testaceipes</i> .....	21
4. Porcentaje de adultos muertos que emergieron durante el almacenamiento.....	22
5. Efecto de la temperatura en el porcentaje de emergencia <i>L. testaceipes</i> .	23
6. Promedio de hembras y machos obtenidos en seis temperaturas.....	23
7. Tratamiento realizado con <i>L. testaceipes</i> .....	33
8. Resumen del porcentaje promedio total de emergencia y prolongación de la emergencia de <i>L. testaceipes</i> , obtenidos durante la investigación....	37
9. Resumen de los porcentajes promedios de hembras emergidas.....	40
10. Resumen de los porcentajes promedios de emergencia de machos de <i>L. testaceipes</i> .....	44
11. Resumen del tiempo de emergencia máximo, medio y mínimo de <i>L. testaceipes</i> .....	47
12. Resumen general de los resultados obtenidos en el estudio de <i>L. testaceipes</i> .....	50
13. A-3. Hoja utilizada para la toma de datos.....	67

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	Pág.
1. Invernáculo del Departamento de Protección Vegetal De la Facultad de Ciencias Agronómicas. UES.....	24
2. Jaula utilizada para la investigación.....	25
3. Distribución de jaulas en el invernáculo.....	25
4. a. Áfido no parasitado.....	26
b. Áfido parasitado por <i>L. testaceipes</i> .....	26
5. a. Cámara de recuperación.....	27
b. Cámara de recuperación conteniendo muestras.....	27
6. Extracción de "momias" para someterse a su respectivo tratamiento.	28
7. Introducción planta con áfidos.....	29
8. "Momias" en refrigeración.....	30
9. Áfido momificado.....	30
10. Observación diaria de la emergencia de <i>L. testaceipes</i> .....	31
11. Identificación de hembras y machos de <i>L. testaceipes</i> .....	31
12. Efecto de la de temperatura y tiempo de almacenamiento sobre el porcentaje de emergencia total.....	39
13. Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre el porcentaje de hembras emergidas. ....	42
14. Efecto de la temperatura y el tiempo de almacenamiento sobre el porcentaje de machos emergidos.....	46
15. Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre el tiempo real de emergencia prolongada.....	48
16.A- 1. Estructura de <i>A. gossypii</i> .....	65
17.A-2. Estructura de <i>L. testaceipes</i> .....	66

## 1. INTRODUCCION.

Las plagas son el agente de mayor competencia con los cultivos, su importancia esta determinada por el nivel de pérdidas económicas que causan. Entre las plagas de mayor interés se incluyen los áfidos, los cuales causan daños a las plantas succionando savia y transmitiendo el 70% de enfermedades virales en frutas y hortalizas.

Esto ha llevado a buscar estrategias de control centralizadas en aplicaciones unilaterales de insecticidas, lo cual ha traído como consecuencia desequilibrios en los ecosistemas, (tales como: contaminación de mantos acuíferos, ríos, lagos, destrucción de la fauna benéfica entre otros). Así como también daños en la salud humana (por toxicidad, residuos en tejidos adiposos, leche materna, contaminación de alimentos y enfermedades). Por tanto se hace urgente e imperativo la utilización de otras alternativas de manejo de plagas que sean ecológicamente aceptables.

Una de las alternativas lo constituye el uso de enemigos naturales, entre los cuales se destacan el parasitoide *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson), que controla efectivamente *Aphis gossypii* (Glover) Sin embargo en condiciones de campo sus poblaciones son reducidas y no permanecen constantes; razón por la cual se hace necesario idear un mecanismo eficiente para el almacenamiento en frío de "momias" con el propósito de prolongar su ciclo biológico, asegurando de esta manera, la existencia de un mayor número de enemigos naturales para controlar *A. gossypii* en el momento oportuno repercutiendo en una reducción en la aplicación de insecticidas.

El objetivo principal de esta investigación es contribuir al desarrollo de una tecnología apropiada a través de la evaluación del efecto de almacenamiento a diferentes temperaturas sobre *L. testaceipes*. En ello se incluye resumen, aspectos generales de *A. gossypii* y *L. testaceipes*, metodología, resultados y su respectivo análisis, conclusiones y recomendaciones. Lo cual esperamos sea de utilidad a las presentes y futuras generaciones que estén interesadas en realizar control biológico.

## 2. REVISION DE LITERATURA.

### 2.1. Aspectos generales de *Aphis gossypii* Glover

#### 2.1.1. Distribución geográfica de *A. gossypii*.

Castroverde y Justavino (1996), señalan que los áfidos se encuentran distribuidos en muchas regiones geográficas, son más abundantes en el trópico y sub-trópico. Lo cual concuerda con lo expresado por Bei-Bienko (1967), quien señala que este insecto se encuentra distribuido en diferentes áreas geográficas tales como: El Cáucaso, Asia Soviética Central, Siberia, Este de Europa, Norte de África, Asia Menor, Sur-Este de Asia, China, Japón, Norte América, Corea y Taiwán. De igual forma Aldyhim y Khalil (1993), mencionan que el áfido del melón *A. gossypii*, se encuentra en muchos países con climas tropicales, sub-tropicales y templados. Sin embargo, su medio óptimo parece ser las áreas con altas temperaturas, constituyéndose en un áfido altamente dañino, tal como lo señala Chen, *et al.* (1991), quienes dan a conocer que en las áreas costeras de China del Este, el áfido del algodón (*A. gossypii*) es una especie plaga del algodón durante la etapa temprana de crecimiento. Por su parte Cermeli (1987) afirma que todos los áfidos son fitófagos y están adaptados para explotar al máximo las condiciones favorables para su reproducción, por eso se encuentran distribuidos desde el Ecuador a los círculos polares.

#### 2.1.2. Plantas hospederas de *A. gossypii*.

Existe una gran variedad de plantas hospederas de áfidos, debido a que según Nieto (1976), *A. gossypii* es una especie polífaga, la cual se conoce en España sobre un buen número de plantas silvestres y cultivadas de muchas provincias. Sin embargo Castroverde y Justavino (1996), también informan que el requerimiento para la selección de hospederos por especies individuales de áfidos parece ser muy característica, de manera que cada especie no solo tiene un rango de plantas hospederas, sino también que prefiere alimentarse en lugares específicos de la planta, constituyéndose en plagas tal como lo menciona Padock (1919), quien identificó por primera vez el ataque del áfido en algodónero y la denominó como una plaga. Por su parte Blackman (1984) y Aldyhim (1993), reportan que *A. gossypii* ataca cucurbitáceas, algodón, cítricos, vegetales y plantas ornamentales. MAG-OIRSA (1999), mencionan que los áfidos presentan una amplia gama de hospederos a los cuales les producen daños, atacando hojas tiernas de plantas, lo que causa reducción en el crecimiento, desprendimiento de flores, frutos y apareamiento del hongo fumagina; además, son capaces de transmitir enfermedades virales.

Bustillo y Sánchez (1971), reportaron las siguientes plantas hospederas del *A. gossypii*: Alcachofa, aguacate, alcaparro, algodónero, arracacha, bellísima, ciprés, durazno, fresa, friega platos, frijol, guayabo, lengua de vaca, maíz, malva morada, mamey, mango, naranjo, orquídea común, pasto brasileiro, pasto kikuyo, San Joaquín, tomate. Por su parte Hottes (1931) cita algunas plantas hospederas tales como: *Lysimachia elethroides*, *Forsythia viridissima*, *Cucumis sativus*, *Gossypium herbaceum*, *Glycine max*, *Setaria viridis*, *Aphium sp*, *Coccoloba lawrifolia*, *Cucúrbita máxima*, *Lagenaria vulgaris*, *Gossypium hirsutum*, *Citrullus vulgaris*, *Malva sp*, *Capsicum annum*, *Portulaca olerácea*, *Cucúrbita moschata*, *Spinacia olerácea*.

#### 2.1.3. Clasificación taxonómica de *A. Gossypii*.

Según Bei-Bienko (1967)

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Sub-Clase: Pterygota

Orden: Homoptera

Sub-Orden: Aphidinea

Familia: Aphidiidae

Sub-Familia: Aphidiinae

Tribu: Aphidini

Sub-Tribu: Aphidina

Género: *Aphis*

Especie: *gossypii*.

#### 2.1.4. Descripción de *Aphis gossypii*.

*A. gossypii*, es uno de los insectos plagas más comunes en los campos agrícolas, razón por la cual es necesario saber identificarlo para que se tomen alternativas de control en el momento oportuno; en tal sentido Pastrana (1985) y Vélez (1985), citados por Escobar (1996), observaron que son insectos pequeños, con una longitud promedio de 1.5 mm, de consistencia suave, verde, con variaciones del amarillento al verde oscuro, marrón o negro; en su mayoría poseen en su cabeza antenas de seis segmentos y usualmente terminan en un segmento fino, el tercer segmento antenal posee de dos a diez discos sensoriales llamados rinarios, la longitud de las antenas a la mitad del cuerpo; casi siempre los tarsos tienen dos segmentos, con dos uñas y dos pelos empodiales.

El abdomen esta formado por ocho segmentos evidentes y por el térgito del segmento nueve; éste segmento abdominal con un par de cornículos o sinfúnculos negros o verdes cilíndricos, extremo caudal con tres pelos a cada lado. Las alas posteriores son mucho más pequeñas que las anteriores, con dos bifurcaciones de la vena media, la forma del cuerpo de los ápteros es ovalada periforme o alargada, convexa o aplastado. Las partes bucales de estos insectos se caracterizan por ser punzo-penetrantes; el órgano penetrante es el estilete, el cual esta compuesto por un par de mandíbulas en el exterior y un par de maxilas en el interior, en ocasiones adultos y ninfas se observan cubiertos de fino "polvo" ceroso (Anexo 1). MAG- OIRSA (1999), señalan que *A. Gossypii* vive en colonias principalmente cuando son ápteros y cuando su población aumenta, se producen individuos alados que emigran a iniciar nuevas colonias (Fundatrices.).

#### 2.1.5. Biología *A. gossypii*.

Es importante el conocimiento biológico de los insectos para entender su comportamiento y la manera como interrumpir su desarrollo para evitar que causen daños, a continuación se presentan algunos aspectos básicos de la biología de *A. gossypii*.

##### 2.1.5.1. Ciclo biológico.

Cermeli (1987), señala que todos los áfidos son polimórficos, es decir, poseen más de una forma en su ciclo de vida; esta diversidad de formas, la habilidad de reproducirse partenogénicamente o sexualmente y la alternancia de hospederos, les permiten desarrollar poblaciones gigantescas en corto tiempo. Similarmente Borrór y DeLong (1971), señala que el ciclo biológico de los áfidos es poco común y complejo. En las zonas nórdicas pasan el invierno en el estado de huevo; estos huevos eclosionan en la primavera en hembras que se reproducen partenogénicamente dando lugar a una progenie vivípara, o sea que deposita ninfas en lugar de huevos. Hacia el final del verano los áfidos migran de nuevo a su planta hospedera original y producen una generación de machos y hembras, los cuales copulan y depositan huevos pasando el invierno en este estado. Sin embargo, en el trópico la reproducción de los áfidos es permanente y no se producen machos, ni las hembras depositan huevos. Las generaciones son partenogénicas y solo hay migración de hospederos primarios hacia secundarios a través de producción de formas aladas, lo cual ocurre por carencia de alimento o aglomeración en las colonias.

Lo antes descrito esta relacionado con el trabajo de Hagen y Van Den Bosch (1968); citado por Castroverde y Justavino (1996), quienes reportan la existencia de una elevada capacidad

reproductiva, lo cual se refleja por el número de huevos depositados por un solo áfido hembra, en rangos de 77 a 844; esto referido a las zonas templadas. Además mencionan que temperaturas altas y bajas (sin mencionar rangos) inhiben la aparición de machos, los que se diferencian de las hembras por su tamaño pequeño, son delgados, antenas largas; además, presentan ciclo biológico corto ( 4 días) y habilidad competitiva relativamente baja.

Igualmente Aldyhim *et al.* (1992) y Wyatt y Brown (1977); observaron que los áfidos son hemimetabólicos, desarrollando cuatro estadios ninfales; los cuales varían en su duración, debido a factores como la temperatura, fotoperíodo e intensidad lumínica. Se ha demostrado que al aumentar la temperatura, el período de desarrollo de los estadios ninfales del áfido disminuye. Por su parte Van Steenis (1995), reportó que en los primeros estadios el movimiento de los áfidos es lento; indicando que su mayor daño lo producen en estadio ninfal más avanzado, bajo condiciones favorables de temperatura y estado fisiológico de la planta hospedera. Holman (1974), encontró que el desarrollo post-embriionario de las especies pequeñas como *A. gossypii*, *A. craccivora* tarda aproximadamente cuatro días. De igual forma Castroverde y Justavino (1996), mencionan que en las condiciones de cría que prevalecieron en su estudio, las ninfas presentaban un color amarillo claro o amarillo verdoso en los primeros estadios, y verde claro a verde cuando alcanzaban la etapa adulta. Señalando que en los primeros estadios el movimiento de los áfidos es lento, manteniéndose cerca del adulto, el cual se va alejando conforme avanza a otros estadios.

Existen diferencias en la duración del ciclo biológico de *A. gossypii* tal como lo señalan Ebeling (1951); Fuertes (1978); Castroverde y Justavino (1996), cuyos resultados se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Ciclo biológico de *Aphis gossypii* estudiado por diferentes autores.

Criterios.	Ebeling (1951)	Fuertes (1978)	Castroverde y Justavino (1996)				
			I	II	III	IV	Total
Temperatura		27.64°C	28.00 a 32.00 °C				
Humedad relativa		71.92%	81%				
Duración de Estadio ninfal	3 a 30 d.	3 a 9 d.	0.95 d.	1.06 d.	0.98 d.	1.03 d.	4.02 d.
Promedio por Estadio ninfal	7.3 d.	6.0 d.	1 d.				
N° de ninfas depositadas/ día	0 a 14		6.0				
Promedio ninfas Depositadas/ día	4.3		1 a 13				

Promedio total de ninfas/ hembra	67	95	
Intervalo días que Depositán las ninfas	4 a 10 d.		
Duración del ciclo	9 a 64 d.	4 a 24 d.	4.03d.
Promedio duración del ciclo	28.4 d.	14 d.	
Longevidad promedio	32 d.	1 a 15 d.	
Periodo reproductivo	2 a 31 d.	1 a 15 d.	

d= días.

#### 2.1.6. Condiciones para su desarrollo.

La existencia de condiciones favorables o no, es un factor crucial que determina la sobrevivencia de *A. gossypii*, al respecto Reid y Cuthbert (1977), da a conocer que en época seca se incrementan las poblaciones de áfidos, caso contrario sucede en época lluviosa. Además agrega que los áfidos se reproducen muy rápidamente en temperaturas moderadas de 15 – 20 °C y altas temperaturas de 25-30°C. Lo cual concuerda con Van Steenis (1995), quien señala que la mayor abundancia de *A. gossypii*, se presentó en época seca a temperatura por debajo de 25°C. Además reportó que temperaturas de 25-30 °C producen un mayor número de ninfas (65.9-69.8 ninfas/hembra.). Señalando que en *Cucurbita* sp el período reproductivo a 30°C fue considerablemente más corto que a 20 y 25 °C. Por tal razón Aldyhim y Khalil (1993), destacan que la temperatura afecta gradualmente las tasas de desarrollo de los insectos, su aparición por temporadas y las dinámicas de poblaciones; demostrando que al aumentar la temperatura disminuye el período de desarrollo de los estadios ninfales. Además en el estudio realizado por Castroverde y Justavino (1996), mencionan que las poblaciones de *A. gossypii* presentaron los 4 estadios ninfales a 30 ± 2° C y 81% de humedad relativa.

Por otra parte King y Saunders (1984), indican que la generación puede tomar solo 5 días si está bajo condiciones de sequía. Consecuentemente mencionan que *A. gossypii* se reproduce solo por partenogénesis en climas calientes, pero también sexualmente y ovíparos en regiones templadas. Usualmente, viven en simbiosis con las hormigas las cuales se alimentan de la mielecilla y protegen las colonias de los depredadores y parasitoides de los áfidos. Wyatt y Brown (1977), determinó que el fotoperíodo y la intensidad lumínica influyen en las variaciones de duración de los estadios y la reproducción de los áfidos.

### 2.1.7. Mecanismos de defensa de *A. gossypii* al ataque del parasitoide *L. testaceipes*.

Según Castroverde y Justavino (1996), cuando *A. gossypii* es atacado por *L. testaceipes*, este trata de defenderse de las siguientes maneras:

- Escape: Ante la presencia del parasitoide, algunos áfidos dejan de succionar savia del tejido de la planta retirando el estilete para alejarse del enemigo natural, desplazándose del envés al haz de la hoja.
- Pateado: Esto se observa en individuos de tercer estadio, adultos ápteros y alados, los cuales mueven rápidamente sus patas posteriores en dirección del parasitoide cuando éste se acerca.
- Reacción de alarma química: Se da después de algunos segundos en que el parasitoide ataca al áfido, el cual levanta su abdomen y libera una gota de líquido pegajoso por uno de sus cornículos que alerta a los demás individuos de la presencia del parasitoide, los cuales escapan caminando hacia diferentes puntos en el haz y envés de la hoja.

De igual manera Gross, (1993), menciona que para escapar al ataque de parasitoides, los áfidos pueden girar alrededor del estilete insertado o retirar el estilete y marcharse, correr, volar o dejarse caer de la planta; algunos pelearán si son atrapados. Por su parte Hagen y Van Den Bosch (1968), afirman que en muchos casos las especies de áfidos son reprimidas por enemigos naturales.

Campbell (1974), señalan que entre las consecuencias del parasitismo por insectos entomófagos están los efectos químicos y fisiológicos que frecuentemente causan una reducción en el crecimiento, longevidad y actividad reproductiva del hospedero; existiendo estadios en que el parasitoide causa mayor daño al áfido tal como lo mencionan Castroverde y Justavino (1996), quienes encontraron que los estadios ninfales III y IV son los más susceptibles al ataque y parasitismo por *L. testaceipes* lo que se reflejó en la formación de "momias", mientras que los estadios I y II no presentaron evidencias de parasitismo alguno ("momia"); pero sí se observó una alta mortalidad por la introducción del ovipositor, lo cual no concuerda con Hight *et al.* (1972), quien afirma que la edad del áfido cuando es parasitado no tiene influencia en la emergencia del parasitoide.

### 2.1.8. Importancia económica.

Bustillo y Sánchez (1971), indican que los áfidos son insectos de mayor importancia económica para el hombre, ya que afectan los cultivos, causando muchas pérdidas a la agricultura, agregando que los áfidos efectúan el daño en varias formas:

- Al succionar la savia de las plantas ocasionan el enroscamiento de los nuevos brotes o la formación de agallas en los tallos y raíces.
- Al secretar sustancias que son tóxicas a las plantas.
- La mayoría de los áfidos, debido a sus secreciones azucaradas, están asociados con hormigas y hongos como *Capnodium* sp, que produce la "fumagina", la cual interfiere con la fotosíntesis.
- Transmiten enfermedades virales de una planta a otra.

Los áfidos son hasta el presente, el grupo de artrópodos más importantes en la transmisión de virus patogénicos a las plantas. Transmiten entre el 80-90% de las virosis vegetales. El insecto los adquiere al alimentarse de una planta enferma al succionar la savia de ella, después pasa al intestino y a través de la pared intestinal, llegan a la hemolinfa, desde allí a las glándulas salivares y con la saliva, a la planta sana.

La mayor parte de los virus ingeridos por el vector, permanecen allí durante toda la vida del insecto, manteniendo su poder de infección; incluso, algunos virus son transmitidos a la descendencia. Su progenie sigue siendo infecciosa a la planta y es difícil ofrecer datos exactos sobre la magnitud de las pérdidas, pero los daños económicos ocasionados por los virus son considerables.

Son conocidos los problemas de virosis, entre ellos se destaca la tristeza de los cítricos, la cual ha acabado con el 90% de los huertos en Antioquia; además, CATIE (1987); menciona que la tristeza de los cítricos (VTC), ha ocasionado en Argentina la muerte de 10 millones de árboles y en Brasil entre 1939 y 1949 murieron 6 millones. Igualmente en Colombia este áfido ha causado una gran disminución en la producción de papayas, además, se ha encontrado afectando cultivos de caña de azúcar, papa, frijol, maíz, cebada y algodón. Kennedy (1962); citado por Bustillo (1971) y CATIE (1987); citado por Escobar *at al.* (1996), señala que *Aphis gossypii* produce enfermedades virales, tales como: Mosaico del banano, mosaico común del frijol, mosaico de la remolacha, mancha negra anular del repollo, mosaico del apio, mosaico de la crotalaria, mosaico del pepino, mosaico de la dalia, enanismo amarillo de la cebolla, mosaico de la papaya, mosaico del enanismo del guisante, virus "Y" de la papa, mosaico del rábano, mosaico de la soya, moteado de la fresa, mosaico de la caña de azúcar, mosaico de la sandía, mosaicos y moteados en melón, calabaza y zapallo. Reduciendo la calidad y producción. El virus del mosaico de la sandía (WMV-2), es transmitido mecánicamente, aproximadamente por 38 especies de áfidos en 19 géneros incluyendo

*A. gossypii*.

Van Steenis (1995), menciona que en Europa el daño causado por el áfido a los cultivares de pepino es importante. También Gilstrap (1988), observo que el maíz y el trigo fueron atacados por *A. gossypii*. Andrews y Quezada (1989), reportaron el ataque de áfidos en sandía, papaya y caña de azúcar; además Stadler y Mackauver (1996), señala que los áfidos atacan las musáceas.

Consecuentemente Fuertes (1978), Holman (1974) y Lastra (1987) señalan que *A. gossypii* puede causar grandes pérdidas económicas en los cultivos a través del daño directo e indirecto. Daño directo, porque los áfidos se alimentan de savia introduciendo el estilete en el tejido vegetal de las plantas produciendo su muerte, ayudado por la segregación salival a través del canal de la saliva. La penetración la hacen hasta los vasos cribosos del floema, donde se adhieren para nutrirse del flujo de la savia de la planta. Los áfidos, filtran de la savia una parte de la sustancia nitrogenada y expelen los carbohidratos, esta es la base fisiológica de la producción de mielecillas de dichos insectos. Mendoza (1983), agrega que el daño ocasionado por la excesiva extracción de savia provoca el debilitamiento de la planta y éste se traduce en una merma en el número de frutos, así como en la calidad de la producción lograda. En ausencia de los factores que regulen su población, el ataque puede ocasionar la pérdida total de la cosecha. *A. Gossypii*, prefiere para su alimentación las partes terminales de la planta y botones florales. Además, la presencia del áfido no solo indica pérdidas en las cosechas, sino también un aumento en los costos de producción, debido a la compra de insecticidas para su control; agregando a esto el enorme desequilibrio que causan en el ecosistema el uso de dichos productos sintéticos.

Fuertes (1978), Holman (1974) y Lastra (1987), mencionan que el daño indirecto lo causa transmitiendo más de 50 virus fitopatógenos, que son resistentes a la mayoría de productos químicos; estos ocasionan moteados, enanismo, distorsión de las hojas, reducción del tamaño y de la cantidad de flores y frutos, repercutiendo en bajos rendimientos, teniendo como resultado pérdidas económicas. Lo cual esta de acuerdo con lo mencionado por Larios (1987), quien menciona que los áfidos como plagas no solo dañan los cultivos directamente, sino que son capaces de transmitir más de 100 enfermedades en alrededor de 30 diferentes familias de plantas. Esto se debe a lo reportado por Chiri (1987), quien manifiesta que el áfido posee una alta capacidad de dispersión, colonización y explotación de hábitats temporales de plantas herbáceas y cultivos de todo tipo.

## 2.2. Aspectos generales de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson.)

### 2.2.1. Distribución geográfica del parasitoide.

Mackauver y Sary (1967) citado por Castroverde y Justavino (1996), dan a conocer que este Aphidiidae es probablemente nativo de Norte América y de América Central. Por su parte Balxeras y Michelena (1983) citado por Cecilio (1994), comentan que *L. testaceipes* fue observado por primera vez en Portugal Continental en 1985/86; admitiendo que su presencia es el resultado de su expansión a través de España, donde fue observado con un carácter de continuidad a partir de 1982. También Sary (1988), afirma que este parasitoide, en la actualidad se encuentra ampliamente distribuido en toda el área mediterránea. Sin embargo, Tiemblay (1978) citado por Melia (1993), reporta que la especie se introdujo en Francia en 1973-74, y en 1977 en Italia.

Según Sary (1975), *L. testaceipes* fue introducido de Cuba al sureste de Francia, para reducir las poblaciones del áfido de los cítricos. Así como también Cave (1995), menciona que este parasitoide se encuentra distribuido en América Central, Sur América y Norte América.

### 2.2.2. Clasificación Taxonómica de *L. testaceipes*.

De acuerdo a Cave (1995) se clasifica así:

Orden: Hymenoptera.

Familia: Braconidae.

Subfamilia: Aphidiinae.

Género: *Lysiphlebus*.

Especie: *testaceipes*.

### 2.2.3. Sinonimia.

El parasitoide de interés en nuestro estudio posee una amplia gama de nombres, tal como lo menciona Cave (1995) quien señala que *Lysiphlebus testaceipes*, ha sido reclasificado por los científicos, lo cual tiene validez para todo el mundo, estos nombres son los siguientes:

*Trioxys testaceipes* (Cresson, 1880).

*Aphidius citraphis* (Ashmead, 1880).

*Adialytus maidaphidis* (German, 1885).

*Aphidius flavicoxa* (Ashmead, 1888).

*Lysiphlebus minutus* (Ashmead, 1889).  
*Lysiphlebus piceiventris* (Ashmead, 1889).  
*Lysiphlebus cucurbitaphidis* (Ashmead, 1889).  
*Lysiphlebus eragrostaphidis* (Ashmead, 1889).  
*Lysiphlebus coquillefti* (Ashmead, 1889).  
*Lysiphlebus myzi* (Ashmead, 1889).  
*Lysiphlebus gossypii* (Ashmead, 1889).  
*Lysiphlebus abutilaphidis* (Ashmead, 1889).  
*Lysiphlebus tritici* (Ashmead, 1889).  
*Lysiphlebus persicaphidis* (Ashmead, 1889).  
*Lysiphlebus baccharaphidis* (Ashmead, 1889).  
*Aphidius persiaphis* (Cook, 1891).  
*Aphidius chrysoaphidis* (Smith, 1944).

#### 2.2.4. Descripción de *L. testaceipes*.

El reconocimiento exacto es esencial tanto para realizar estudios como para evitar eliminarlos de los campos agrícolas en tal sentido Cave (1995), realizó una descripción en donde señala que el parasitoide mide entre 1.3 – 2.0 mm de largo, y es de pardo oscuro a negro, íter cubito y parte del cúbito en el ala anterior presentes y forman una “T” invertida; vena recurrente ausente; propodeo sin carenas; cubierta del ovipositor corta. Tyler (1974) manifiesta que la hembra presenta 13 o menos segmentos antenales y el abdomen puntiagudo; El macho presenta 14 o más segmentos antenales, abdomen romo y redondo.

#### 2.2.5. Ciclo biológico del parasitoide.

El ciclo biológico del parasitoide inicia con la oviposición y culmina con su muerte. A continuación se describe cada una de las fases que comprende dicho ciclo.

##### 2.2.5.1. Oviposición.

Escobar *et al.* (1996) citan que en la oviposición, la hembra golpea al áfido con sus antenas, se apoya sobre sus patas posteriores, dobla su abdomen bajo el tórax y pincha el áfido con el ovipositor, depositando un huevo.

#### 2.2.5.2. Huevo.

Según Carballo (1987), los huevos del parasitoide son microscópicos y monoembrionicos. Luego de la oviposición, el huevo eclosiona un día después bajo condiciones de invernadero y a una temperatura de 30 °C.

#### 2.2.5.3. Larva.

De acuerdo a Carballo (1987, citado por Escobar, 1996), el estado larval del parasitoide se desarrolla dentro del cuerpo del áfido y pasa por cuatro estadios, con una duración de 7-8 días. Los primeros tres estadios se alimentan osmóticamente de los líquidos corporales del hospedero. El cuarto estadio es mandibulado, por lo que consume el interior del cuerpo del áfido, formando un capullo que protege su estado prepupal y pupal, adquiriendo los áfidos una forma "globosa y momificada" marrón, que los hace fácilmente distinguibles en la colonia.

#### 2.2.5.4. Pupa.

Escobar *et al.* (1996), mencionan que el estado prepupal y pupal se desarrolla entre los 9-10 días después de la oviposición en invernadero y a 30 °C y tiene una duración de 1-2 días. El estado de prepupa y pupa se encuentra dentro de un capullo. En la pupa, las patas y alas envuelven el cuerpo, las antenas se ubican a lo largo del lado ventral del cuerpo. La pupa se considera un estado intermedio entre el período de vida parasítica y el de vida libre del adulto. Hight *et al.* (1972) reportan que después de tres días de formada la momia el parasitoide se encontraba en estado de prepupa y después de seis días en dos tercios de pupa y un tercio de prepupa, a temperatura de 7.2 y 10°C.

#### 2.2.5.5. Adulto.

Según Escobar *et al.* (1996); Black y Green (1993), a temperatura de 30 °C en el invernadero el parasitoide adulto emerge entre 11-14 días después de la oviposición, dependiendo de las condiciones climáticas que lo favorezcan, cortando una ranura circular en el capullo. La longevidad de *L. testaceipes* es de 1-4 días, según Weisser (1994) la reducida longevidad es debido a la baja humedad del aire.

Son muchos los autores que han investigado acerca del ciclo biológico del parasitoide, existiendo diferencia entre ellos, razón por la cual a continuación se presentan en el cuadro 2 los resultados.

Cuadro 2. Ciclo biológico de *L. testaceipes* de acuerdo a diferentes investigadores.

Autor y año	Tem. °C	Formación de "momia"	Periodo desarrollo	Ciclo biológico.	Condiciones
Hight <i>et al.</i> (1972)				10-14 d.	Laboratorio.
Archer <i>et al.</i> (1973)	15.6	10 d.	12 d.	16 d.	Laboratorio.
Hunter (1909) citado Tyler y Jones (1974)	16.7		17 d.	21 d.	Campo.
Webster (1909) citado Tyler y Jones (1974)			10 d.	14 d.	Laboratorio.
Starks <i>et al.</i> (1976) citado Hoy y Herzog (1985)	30			10-14 d.	Campo.
Carballo (1987)	30	8 d.		14 d.	Invernadero.
Giltrap y McKinnon (1988)	15	12-14 d.	15-19 d.	23 d.	Laboratorio
Sermeño (1992)		8 d.	9 d.		Laboratorio

d= días.

#### 2.2.6. Utilización de *L. testaceipes* para el control biológico de *A. gossypii*.

The National Academy of Sciences (1988), sostiene que uno de los métodos más antiguos y eficaces de manejo de insectos plagas, consiste en utilizar a sus enemigos naturales (parasitoides, depredadores y organismos patógenos) para atacarlos y destruirlos. El uso deliberado de enemigos naturales para el control o manejo de plagas, es conocido con el nombre de Control Biológico o Biocontrol. Desde hace mucho tiempo, el hombre ha sabido que los insectos que atacan a los cultivos, son a su vez, atacados por muchas clases de enemigos naturales que, algunas veces y en ciertos lugares, han ejercido un alto grado de control sobre las plagas. Sin embargo, no fue sino hasta cerca de 100 años, que se iniciaron los intentos deliberados de usar a estos enemigos en las actividades de control; tanto, introduciendo nuevos enemigos al medio ambiente en que se desarrolla una plaga, como incrementando de alguna forma la efectividad de las especies ya existentes.

El uso del control biológico, tiene muchas ventajas precisas, que no pueden ofrecer la mayoría de los otros medios de control en el manejo de plagas disponibles actualmente. Tres ventajas específicas son: permanencia, seguridad y economía. Establecido el control biológico es permanente hasta cierto grado, debido a que los enemigos naturales de los que dependen se perpetúan por si mismos, excepto en casos de catástrofes naturales o de la imprudente interferencia del hombre y se ajustan constantemente a los cambios de volumen de población de las plagas que atacan. Los medios de control biológico no tienen efectos secundarios, tales como toxicidad o contaminación del ambiente y su uso no implica peligros. Promoviendo una recuperación constante

a largo plazo de la calidad del medio ambiente que habitamos, lo que indica la utilización de niveles no tóxicos de insecticidas.

Morales (1992) citado por Castroverde y Justavino (1996), menciona que los estudios de control o manejo de plagas tienden hacia el manejo integrado, entendiendo como tal, aquel que utiliza todo tipo de técnicas para mantener las poblaciones de las plagas por debajo del umbral de daño económico. Esta interacción de lucha biológico-cultural, es en general, de especial interés cuando se trata de parasitoides, debido a su relativa especificidad; así sucede con Aphidiinae (Hymenoptera; Braconidae) cuyas especies generalmente atacan a unas pocas especies de áfidos.

Warton (1993) citado por Castroverde y Justavino (1996), afirma que muchos parasitoides están estrechamente acoplados con sus hospederos y han sido de suma importancia en el control biológico; Su tasa de éxito, solo es superado por Aphelinidae. Los Braconidae, son ampliamente utilizados como modelos para el estudio de interacciones ~~hospedero-parasitoide~~.

#### 2.2.7. Hospederos. (Áfidos)

Read y Shuster (1970); citados por Michelena *et al.* (1994), señala que se debe considerar que la relación áfido-parasitoide es prácticamente independiente de la planta sobre la que se encuentran los primeros áfidos. En cítricos, de acuerdo con los datos reportados por dichos autores, se destaca la presencia del parasitoide *L. testaceipes*, el cual parasita a casi todos los áfidos que se encuentran sobre dichos árboles (*Toxoptera aurantii*, *Aphis spp*, *Rhopalosiphum spp*, *Toxoptera spp*), encontrándose en muchos casos colonias de áfidos que presentan altos porcentajes de parasitismo. Pike *et al.* (1996), reportan los siguientes insectos hospederos de *L. testaceipes*.

*Acyrtosiphon lactucae* (Passerini), *A. armoricae*, (Cowen), *A. helianthi*. (Monill), *A. holodisci* (Robinson), *A. lugentis* (Willians), *A. neogillettei*. (Palmer), *A. nerii*. (Boyer de fons colombe), *A. rumicis* L., *A. sambuci* L., *A. spiraecolo* (Pastch), *A. sp*, *Aphthargelia simphoricarpi* (Thomas), *Brachycaudus cardui* L., *Brachycaudus helichrysi* (Kaltenbach). Stary y Cermeli (1989), Menciona los siguientes hospederos: *Rhopalosiphum maidis*, *Myzus sp*, *Capitophorus elaeagni*, *Cavariella aegopodii*, *Hysteroneura setariae*, *Macrosphoniella samborni*, *Macrosiphum rosae*, *Nicotiana sp.*, *Gossypium hirsutum*. Tambien Michelena *et al.* (1994), encontro a *Aphis fabae* (Escopoli), *Aphis spiraecola*, *Aphidius matricariae*, *Toxoptera aurantii*, *Aphis gossypii*.

Grasswitz y Paine (1993) mencionan que la respuesta de *L. testaceipes* a hospederos con mielecillas es influenciada gradualmente por el estado fisiológico, más que por el aprendizaje; teniendo como resultado el cambio de prioridades, dejando de buscar el hospedero por el alimento. La respuesta natural de la hembra de *L. testaceipes* a la mielecilla secretada por el hospedero puede ser atribuida en parte al hambre

Por otra parte Salt (1937) encontró que los factores necesarios para el parasitismo efectivo en los hospederos son los siguientes:

- Localización del hábitat hospedero.
- Localización del hospedero.
- Aceptación del hospedero.
- Conveniencia del hospedero.
- Regulación del hospedero.
- Arquitectura de la planta.

Además menciona que la aceptación del hospedero ha sido atribuida a factores tales como: la forma, tamaño, movimiento, sonidos, sustancias químicas y textura del áfido.

#### 2.2.8. Época de mayor incidencia del parasitoide.

Según investigaciones de Carroll y Hoytis (1996), la época de mayor incidencia es durante el verano en los campos agrícolas, lo que concuerda con Tyler y Jones (1974), quienes afirman que *L. testaceipes* bajo condiciones satisfactorias, es un efectivo agente de control de áfidos. Temperaturas bajas y prolongadas lluvias, impiden el desarrollo y la actividad de este parasitoide y por tanto, su efectividad. Swirsky (1965), citado por Smith y Mittler (1968), estableció que el punto de abundancia de los enemigos naturales fue siempre retrasado por bajas temperaturas y lluvias, comparado con el de la presa. También concluyó que los parasitoides actúan siempre invariablemente, con respecto al porcentaje de parasitismo, siendo un factor importante y significativo únicamente cuando el pico de población del áfido es alto.

#### 2.2.9. Capacidad de búsqueda de *L. testaceipes*.

Hasselle (1982) citado por Vans Steenis (1995), destaca que la capacidad de búsqueda del parasitoide dentro de una colonia de áfidos, puede ser dividida dentro de la eficiencia en la localización del hospedero, esta se determina por el número de áfidos atacados por unidad de

tiempo y unidad de área, lo cual está relacionado con la respuesta funcional y por eso su cálculo y valor exacto depende de cual tipo de respuesta funcional es usada para describir la interacción hospedero-parasitoide. Las respuestas funcionales y las eficiencias de penetración correspondientes, han sido establecidas en esta forma para muchos insectos, incluyendo algunos parasitoides.

Estas eficiencias solo describen el número de hospederos que atacan dentro de una colonia de áfidos, en una medida establecida y durante un tiempo de penetración establecido. En la evaluación de la capacidad de búsqueda del parasitoides con respecto a enemigos naturales, no solo la penetración eficiente dentro de una colonia es tomada, sino también la localización de ésta, pues debe ser incorporada en la capacidad de búsqueda.

Vinson (1976), Michaud y Mackauver (1994), dan a conocer que la aceptación de los áfidos ha sido atribuida a un número de factores, tales como la forma, tamaño, movimientos y sonido que producen los áfidos. Se ha demostrado que los olores y químicos son de gran importancia en la selección del hospedero por los parasitoides; éste último, es confirmado en la selección de señales químicas presentes en la cutícula del áfido que son detectadas por las antenas del parasitoide; también, están involucradas la forma y textura del hospedero, las cuales parecen tener una particular importancia en la aceptación.

De Bach (1965) citado por Sermeño (1996), menciona que la manera por la cual se encuentran los hospederos y los muchos factores que determinan la existencia y el mantenimiento de una relación particular entre hospedero-parasitoide, se encuentran entre las investigaciones más importantes de la biología de los parasitoides, por lo que el comportamiento de hembras adultas de *L. testaceipes* sobre *A. gossypii* fue estudiado para determinar la influencia de factores en cuanto a la capacidad de búsqueda.

Por su parte Sermeño (1996), afirma que el efecto que tiene el número de plantas en la conducta parasitaria de *L. testaceipes*, tiene una asociación significativa, ya que si se aumenta el número de plantas, el tiempo de búsqueda de *L. testaceipes* se incrementa. Además encontró que el comportamiento de *L. testaceipes* a diferentes distanciamientos de liberación, tiene una diferencia significativa en cuanto a los tiempos de búsqueda del parasitoide, encontrándose que, por cada unidad de incremento en la distancia de liberación, el tiempo de búsqueda aumentó. La influencia de los diferentes porcentajes de infestación de *A. gossypii* en el comportamiento de *L. testaceipes*,

muestra diferencia significativa en el tiempo de búsqueda, número de "momias", machos y total de adultos del parasitoide; basándose en estos resultados, se puede estimar, que a un incremento del 1% en la infestación el parasitoide tardaría 2 minutos menos en llegar a la colonia.

Hight *et al.* (1972), encontraron que en el primero y segundo estadio, los áfidos frecuentemente fueron golpeados en la planta con el ovipositor del parasitoide, en cambio en el tercero y último estadio, los áfidos caen o caminan fuera de la planta cuando son aproximados por el parasitoide. La vida reproductiva de los áfidos parasitados varía de 0-5 días, en contraste con 25-30 días de los no parasitados. *L. testaceipes*, fácilmente ataca a todos los estadios del áfido e introdujo el ovipositor en algunos áfidos varias veces. Aproximadamente el 40% de la población de los áfidos, fue forzada a salir de la planta, como resultado de la actividad de *L. testaceipes*. De estos áfidos desalojados, aproximadamente el 60% se arrastraron a las plantas y comenzaron nuevamente a alimentarse.

De igual forma Kouame y Mackauver (1991), reportaron que el tamaño del cuerpo del insecto se incrementó con el tamaño del hospedero; sin embargo, los áfidos con un tamaño corporal mayor tienen más probabilidades de escapar del ataque del parasitoide. *L. testaceipes* prefiere áfidos de alta calidad (grandes) lo que indica que el parasitoide sacrifica su tiempo en buscar a dichos áfidos, disminuyendo con esto su eficiencia si el ataque falla.

Lewis, *et al.* (1990), encontraron que existen tres fuentes de variación intrínsecas de *L. testaceipes*, las cuales son:

- Genotípicas, fijando diferencias entre individuos que son adaptados a diferentes ambientes de forrajeo.
- Creatividad genotípica de individuos, que los toleran para diferentes situaciones hospedero-hábitat.
- Estado fisiológico de los parasitoides, relacionado a otras necesidades como alimento y el apareo.

Afirmando que la efectividad del parasitoide en la localización y ataque de los hospederos, es determinado por la combinación de estos factores, mas que las condiciones de sus ambientes de forrajeo.

Castroverde y Justavino (1996), realizaron un resumen del comportamiento parasitario de *L.*

*testaceipes*, que según lo observado, se clasifican en 3 etapas:

- Búsqueda. La avispa hembra recorre la planta caminando sobre el tejido vegetal, comportamiento que es conocido con el nombre de forrajeo.
- Reconocimiento. Es el momento en el cual la avispa encontró un hospedero, dando ligeros golpes con las antenas; denominada esta acción como “tamborileo” De Bach, (1943), Salt (1937), señala que el hábito de “tamborileo” puede darse, en respuesta a los químicos que ayudan al parasitoide a la localización del hospedante. Moran *et al.* (1969); Klomp *et al.* (1962), demostraron que el acto de “tamborilear” puede indicar el tamaño del hospedero a la hembra parasitoide.
- Ataque. El ovipositor del parasitoide fue insertado y retirado del cuerpo del áfido, rápidamente.

Hight *et al.* (1972) menciona ciertas ventajas de *L. testaceipes* en la parasitación de *A. gossypii*:

- Fácilmente ataca a todas las generaciones.
- Reduce o elimina la fecundidad del áfido.
- La emergencia del parasitoide es excelente.
- Hay una relación alta de machos y hembras.
- Los áfidos alados parasitados son capaces de dispersarse a nuevas áreas antes de momificarse, promoviendo así la descendencia del parasitoide.

#### 2.2.10. Comportamiento reproductivo de *L. testaceipes*.

Hunter (1909); Seknar (1957); Webster y Phillips (1912); citados por Tyler (1974); Observaron que el parasitoide hembra puede reproducirse sexual y asexualmente. Partenogénicamente produce descendencia de machos; y en algunos casos progenies de hembras por este método de reproducción. Iguales resultados da a conocer Stary (1988) que especies partenogénicas de *Lysiphlebus* (*L. faverum*, *L. cardui*, *L. confusus*, *L. testaceipes*) fueron observados para incrementar el número de dichas especies. Los parasitoides adultos, normalmente exhiben el comportamiento usual en busca del hospedero; ellos caminan, a veces vuelan en las plantas; comúnmente vuelan en el techo de las jaulas cuando están en confinamiento.

Además Salt (1937) fue el primero en reportar que el parasitoide deja una sustancia química que inhibe los futuros ataques de otros parasitoides al áfido, las cuales son llamadas elementos o pistas. Goff y Nauh (1974) reportaron que el ataque y oviposición del parasitoide en

el áfido ocurren en la fracción de un segundo. Después de 8-20 segundos del ataque del parasitoide el áfido secreta por el cornicle una sustancia química de triglicéridos compuesta de ácidos hexanoico, sórbico, palmitico y miarístico, indicando con esto que la avispa ha completado su ataque. Así como también Grasswitz y Paine (1993), señalaron que una hembra de *L. testaceipes* es capaz de atacar 20 áfidos en 5 minutos.

Cave (1995) encontró que la oviposición de *L. testaceipes* está determinada por la edad del parasitoide. Los jóvenes atacan más áfidos y depositan más huevos por unidad de tiempo activo que los viejos. El tiempo que las hembras del parasitoide permanecen en una colonia de áfidos está relacionado con la cantidad de áfidos presentes en esta; a mayor número de áfidos mayor permanencia. Las hembras de *L. testaceipes* parasitan ninfas y áfidos adultos; desarrollándose una larva del parasitoide por hospedero. Cuando el hospedero muere, su exoesqueleto forma una "momia" globosa marrón. Luego el adulto abre un hueco circular en el dorso de la "momia" y emerge. Los adultos se alimentan de las mielecillas de los áfidos.

Por su parte Hight et al. (1972) señalan que cuando se remueven las "momias" de una planta, el 55% de los parasitoides no emergen debido a que las "momias" son dañadas. Los parasitoides emergidos de 1 y 2 días son notablemente más pequeños. El más pequeño de los adultos parasitoides sacados de áfidos de un día, no tuvo ningún efecto en la capacidad de búsqueda. Vinson (1980) menciona que en temperaturas prolongadas de 29.5 °C predomina el número de hembras y temperaturas más altas producen machos.

Muchas veces los áfidos establecen simbiosis con otros insectos, tal como lo menciona Banks (1962), citado por Gross (1993), quien da a conocer que diferentes estudios, han proveído evidencias de que las hormigas protegen a los áfidos del ataque de los parasitoides, desempeñando funciones de transporte de áfidos a otros lugares y ventilación. Además menciona que en muchos casos las hormigas aparentemente fracasan en reconocer avispas intrusas tolerando estas la presencia del parasitoide.

Sin embargo Vinson y Scarbough (1991), reportaron que los parasitoides abandonaron el ataque hacia los áfidos cuando las hormigas se encontraban a pocos milímetros de ellos, obligándolos a buscar en otra parte de la planta, incrementando el tiempo de búsqueda; un mayor efecto de las hormigas fue la remoción y destrucción de áfidos parasitados. Por su parte Gross

(1993) señala varias maneras de asistencia de las hormigas hacia los áfidos, los cuales se benefician cuando éstas repelen el ataque de los parasitoides.

#### 2.2.11. Factores que inciden en el desarrollo de *L. testaceipes*.

##### 2.2.11.1. Humedad relativa.

Existe poca información referente a este factor, sin embargo de acuerdo a Archer (1973), este es un factor que incide sobre el parasitoide, debido a que la humedad relativa arriba del 80% provoca que la actividad de *L. testaceipes* sea nula y en época lluviosa no es capaz de parasitar a ningún áfido. La humedad relativa más adecuada es de 70 - 79 %, la cual permite mayor actividad de búsqueda del hospedero. Coincidiendo con Kajita (1967), quien reportó que los mejores resultados fueron obtenidos cuando los parasitoides permanecieron almacenados a una humedad relativa alta de 70%.

##### 2.2.11.2. Luminosidad.

Sermeño (1992), reporta que el parasitoide adulto de *L. testaceipes* es menos activo en horas nubladas y más activo en horas con sol. La oviposición y el apareo resultó más frecuente en horas con luz solar. Después de las 6:00 p.m. su actividad se reduce al mínimo. Vinson (1980), agrega que las condiciones ambientales pueden ser más restrictivas que las del hospedero. Sin embargo la nutrición adecuada y las condiciones ambientales del hospedero, a menudo tienen profundo efecto en la relación de sexo, tamaño, tiempo de desarrollo, fecundidad y longevidad del parasitoide.

##### 2.2.11.3. Temperatura.

Tyler (1974), en su estudio encontró que la copulación y oviposición ocurrieron a 24, 18.3 y 12.8 °C. La temperatura fue constantemente monitoreada durante los 7 días de estudio. Una declinación significativa existió entre 24.0 y 18.3°C. Bajas temperaturas, incrementaron períodos largos de desarrollo y formación de "momias"; estos factores causaron menor número de parasitoides emergidos. Grupos de progenies producidas por hembras vírgenes, incrementaron sus períodos de desarrollo, cuando fueron sometidas a 24.0 °C, su incremento fue de 9-13 días y a 18.3 °C de 15-21 días. A 12.8 °C, progenies de hembras vírgenes se desarrollaron por un periodo de 26-46 días y progenies de hembras apareadas se desarrollaron arriba de 26-45 días. Parasitoides de hembras vírgenes presentaron tendencia a producir solo machos. Sin embargo, en cada nivel de temperatura sucesivamente baja, el porcentaje de desarrollo y exitosa emergencia de la progenie

resultante decreció.

Van Steenis (1994), reportó que el promedio de fecundidad en el tiempo de vida de uno de los parasitoides fue de 128.2 huevos a 20 °C y 180 huevos a 25 °C. La mortalidad del inmaduro fue de 9.5 y 29.6%. El desarrollo de huevo a hembra adulta fue completado en 12.9 a 20 °C y 9.5 días a 25 °C. La duración de la hembra fue muy corta (2.7 días a 20 °C y 2.6 días a 25°C.) Para la realización de estas pruebas, fue necesario utilizar el áfido del algodón (*A. gossypii*) como hospedero.

Hight, *et. al.* (1972), Archer *et al.* (1973) mencionan que “momias” de *L. testaceipes* a temperatura de 30 °C emergen en 2-3 días y a medida se reduce la temperatura, su emergencia es más tardía. Así se tiene que “momias” almacenadas a 10 °C emergen en 15 días y de 7.2 y 4.4 °C emergen en 30 días y unos pocos a 90 días; sin embargo dichos autores no mencionan el tiempo de almacenamiento; siendo la temperatura el factor que más influye en el ciclo biológico del parasitoide, la cual prolonga su longevidad en tres a cuatro veces. Por su parte Aldyhim y Khalil (1993), reportaron que un bajo número de adultos emerge cuando se almacenan a 24 °C durante 30 días y a -1.1 °C por 60 días. Archer *et al.* (1973), observaron “momias” normalmente a los 10 días después de que los áfidos se expusieron a *L. testaceipes*. Tang y Yokomi (1995), señalan que la mortalidad pupal de *L. Testaceipes* se incrementó gradualmente a 21°C en 24.8% y a 30 °C en 44.6%; A continuación se presentan los resultados obtenidos en la investigación.

Cuadro 3. Porcentaje de mortalidad pupal de *L. testaceipes*.

Temperatura °C	<i>L. testaceipes</i> .		
	Nº Momias	% de mortalidad	% de emergencia.
15	110	9.5	90.5
18	105	9.5	90.5
21	93	9.7	90.3
24	142	9.9	90.1
27	117	24.8	75.2
30	121	44.6	55.4

Archer *et al.* (1973), señalan que cuando se almacenaron parasitoides adultos a temperaturas de 10, 7.2 y 4.4 °C, tuvieron un rango de supervivencia de 69-72% y a 1.7 °C, solo vivió el 36% a los 21 días. Los adultos no vivieron después de los 60 días de almacenados a estas temperaturas; el sustancioso incremento en la mortalidad entre adultos almacenados por 21 días fue atribuido al

envejecimiento. De Bach (1943), agrega que las causa de mortalidad en adultos almacenados se debe al frío, inanición o hambre y desecación. De igual forma Hight et al. (1972), reportaron la existencia de mortalidad de adultos que emergieron durante el almacenamiento, los cuales se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Porcentaje de adultos muertos que emergieron durante el almacenamiento.

Periodo de almacenamiento	Temperatura en °C	
	10.0	7.2
Días	3 días de formada la "momia"	
15	0	0
30	70	0
45	74	59
60	84	11
90	83	45
Días	6 días de formada la "momia"	
15	77	0
30	90	0
45	88	95
60	90	42
90	89	37

Kring (1988), encontró que la frecuencia de sexo de parasitoides emergidos fueron aproximadamente 2: 1 (hembras: machos.). En cada régimen de temperatura, los porcentajes de hembras emergidas fueron 69, 66, 66 y 64 % en los rangos de temperaturas de 12 - 16, 14 - 18, 24 - 28, y 28 - 32 °C respectivamente. En estudios realizados por Vinson e Iwanysh (1980), encontraron que las variaciones de temperatura tienen efectos significativos únicamente en el número de hembras, en consecuencia, si se aumenta la temperatura, aumenta el número total de adultos, lo cual difiere con lo reportado por Tang y Yokomi (1995), quienes mencionan que no existe diferencia significativa entre temperatura y sexo. Además Hight *et al.* (1972), en sus investigaciones obtuvieron porcentajes de hembras emergidas cuyas "momias" estuvieron sometidas a tres temperaturas diferentes obteniendo los siguientes resultados:

Cuadro 5. Efecto de la temperatura en el porcentaje de emergencia *L. testaceipes*.

Criterios	Temperatura 21°C					Temperatura 27 °C					Temperaturas 21-32°C				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Edad del afido															
Parasitado(días)															
% de emerge.	100	83	100	100	96	71	96	86	96	88	86	97	92	80	100
% de hembras	47	50	61	79	55	35	52	62	60	50	57	38	73	70	87

Consecuentemente, Tang y Yokomi (1995), obtuvieron los siguientes resultados al evaluar el tiempo (días) de la oviposición de adultos emergentes de *L. testaceipes* para el control del áfido negro de los cítricos (*Toxoptera aurantii*), evaluando seis temperaturas constantes (Cuadro 6).

Cuadro 6. Promedio de hembras y machos obtenidos en seis temperaturas.

Temperatura (°C)	<i>L. testaceipes</i> (promedios)		
	Hembra	Machos	Hembra + Macho.
15	24.9	25	25
18	23.3	23.4	23.4
21	15.3	15.2	15.5
24	13.8	13.6	13.7
27	10.5	10.5	10.5
30	9.6	9.3	9.5

Eisler (1972) citado por Archer et al. (1973), encontró que las pupas de *L. testaceipes* sobrevivieron almacenadas por un mes a temperaturas de 2.2 °C (36 °F), sin embargo Archer cuando cita el autor no menciona el porcentaje de pupas que sobrevivieron almacenadas. Archer et al. (1973), desarrolló en laboratorio técnicas de almacenamiento en frío para parasitoides de áfidos (*Schizaphis graminum*); observándose que adultos de *Aphelinus asychis* sobrevivieron almacenados a 1.7-4.6 °C, por lo menos 120 días y todavía se reprodujeron. Además, se estableció un método para el almacenamiento en frío de "momias" de *L. testaceipes*, cuyas temperaturas de almacenamiento fueron de 10, 7.2, 4.4, 1.7 y  $\pm 1$  °C con 70-80% de humedad relativa, para períodos de 15, 30, 45, 60 y 90 días. Las cuales produjeron un promedio total de emergencia del 96%, facilitando el cronometraje de liberación y embarque de grandes números de parasitoides. Además menciona que al almacenar "momias" en frío, la duración del ciclo de vida de *L. testaceipes* fue aumentada de 2 a 3 veces.

### 3. MATERIALES Y METODOS.

#### 3.1. Ubicación y caracterización del área de trabajo.

Este trabajo se realizó durante los meses de enero a agosto del 2001, en el invernáculo del Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, asignado para estudios entomológicos; cuyas coordenadas geográficas son: 13° 43.3' latitud norte y 89° 12.4' longitud oeste; con altura de 710 m.s.n.m;

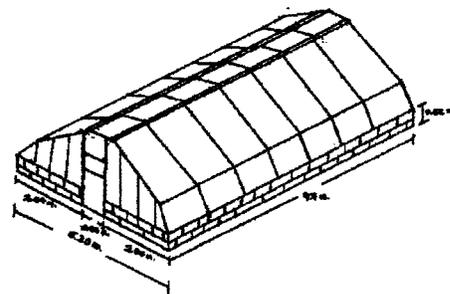


Fig.1. Invernáculo del Departamento de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agronómicas, UES.

una precipitación promedio anual de 1794mm, temperatura promedio de 23°C, humedad relativa de 73% y un promedio de luz solar de 8.2 horas por día. Dirección de Recursos Naturales (1993).

El invernáculo antes mencionado, posee un área de 60.14 m<sup>2</sup> (figura.1); Constituido por un pretil de 0.5m de altura, paredes de malla tipo "zaran", sostenidas por estructuras de hierro galvanizado y techo de vidrio, con el propósito de garantizar la protección del ambiente externo (lluvia, viento e insectos extraños a la investigación); además, se tuvo una temperatura promedio de 29.80°C, la cual se obtuvo colocando un termómetro en el interior del invernáculo, realizando tres lecturas por día (8:00 am, 12:00 m y 4:00 pm) durante los meses que se desarrollo la investigación.

#### 3.2. Fases de la investigación.

La investigación se realizó en cinco fases, las cuales se detallan a continuación:

##### 3.2.1. Producción de plantas libres de insectos, ácaros y enfermedades.

Se utilizaron plantas de berenjena (*Solanum melongena*) variedad "Black Beauty", las cuales se produjeron en dos semilleros, sostenidos en cajas de durapax (espuma plástica) con dimensiones de (0.49x0.49x0.15)m, usando como sustrato estiércol de bovino y tierra negra, en una relación 1:1; siendo necesarios 0.04m<sup>3</sup> de sustrato para las dos cajas; previamente, esta mezcla fue desinfectada con agua en ebullición. Dichas plantas fueron utilizadas como sustrato para el

establecimiento y mantenimiento de los áfidos (*Aphis gossypii*). Los semilleros, permanecieron protegidos dentro del invernáculo, para evitar contaminación por insectos, ácaros y patógenos.

Las plantas fueron regadas con una frecuencia de cada dos días, a partir del establecimiento de los dos semilleros; además, se realizó una fertilización 15 días después del trasplante con fórmula 15-15-15, a razón de 4 gramos por planta y luego una cada treinta días. Las plántulas obtenidas fueron trasplantadas a los 26 días después de su emergencia a bolsas de polietileno de 9x12 pulgadas, conteniendo una mezcla de estiércol de bovino y tierra (1:1), finalmente, estas se ubicaron en 13 jaulas (Fig.2),

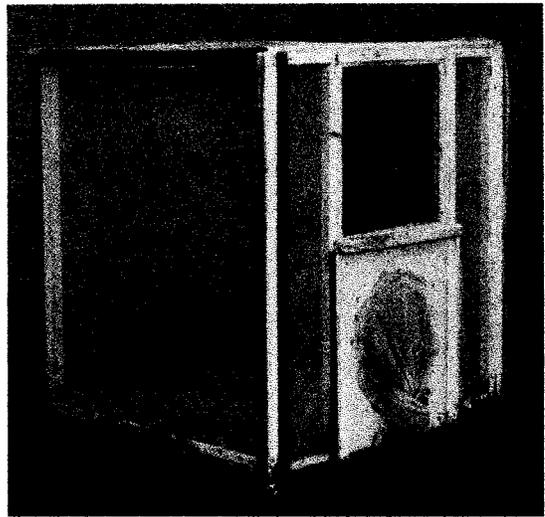


Fig.2. Jaula utilizada para la investigación.

dos de ellas con dimensiones de 1.20x0.70x0.70m, colocándoles 8 plantas por jaula y las restantes de 0.70x0.70x0.70m, a las que se les introdujeron 6 plantas por jaula.

Dichas jaulas fueron forradas con tela organdí color blanco (38 hilos por  $\text{cm}^2$ ), colocándoles a las compuertas mangas de manta, para facilitar la manipulación de las plantas e insectos. Las jaulas fueron colocadas sobre mesas de madera cuyas dimensiones eran: altura de 0.67m, 1.58m. de ancho y 4.80m. de largo. (Fig.3)

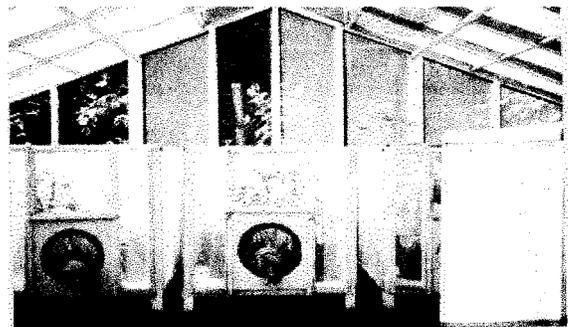


Fig.3 Distribución de jaulas en el invernáculo.

Cada jaula, se manejó así: 2 jaulas con plantas libres de áfidos, 6 jaulas con plantas conteniendo colonias de áfidos, 3 jaulas conteniendo áfidos y parasitoides y 2 jaulas vacías para colocar plantas con áfidos ya parasitados; además, se mantuvieron plantas libres de áfidos fuera de las jaulas.

### 3.2.2. Búsqueda y recolección del material biológico.

La búsqueda del material biológico necesario para la realización de este trabajo, se desarrolló en

los lugares siguientes: en el valle de Zapotitan, La Libertad; Colima, San Salvador; Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas (UES), San Luis Talpa, La Paz.

Se recolectaron hojas de pipián (*Cucurbita pepo*), pepino (*Cucumis sativus*), berenjena (*Solanum melongena*), chile "chiltepe" (*Capsicum spp*), que presentaron poblaciones de áfidos no parasitados y parasitados (figuras 4 a, b).

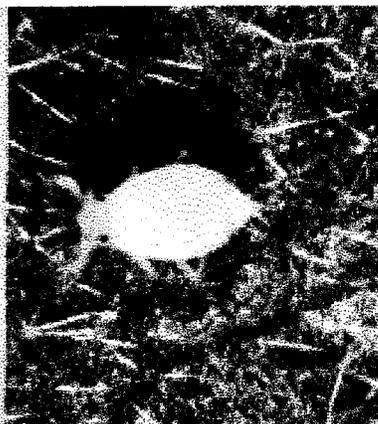


Fig. 4a. Áfido no parasitado.



Fig.4b. Áfido parasitado por *L. testaceipes*.

### 3.2.3. Manejo del material biológico colectado.

Inmediatamente se procedió a depositar las muestras en una hielera portátil de durapax (espuma plástica), luego se les asignó su respectiva identificación, la cual contenía la información siguiente: lugar, fecha y nombre de la planta hospedera.

Las muestras fueron trasportadas rápidamente hasta un "mini laboratorio" adyacente al invernáculo antes mencionado, procediéndose a colocarlas en tres cámaras de "recuperación" construidas de madera, con dimensiones de 0.26mX 0.15mX 0.17m (figura5 a, b), cuyo interior estaba pintado de negro y su parte frontal con cuatro orificios donde se le colocaron tubos de ensayo de 1.5 cm de diámetro, a fin de dar oportunidad para el desarrollo y emergencia de parasitoides adultos; y de esta manera contar con una colonia numerosa de ellos. Para colocar las muestras antes mencionadas en las cámaras de recuperación se procedió a hacer cortes de las porciones de hojas donde existía mayor cantidad de "momias" y en algunos casos la hoja completa; cuando se presentaron muestra que tenían "momias" tanto en el haz como en el envés se colocaron trozos de

zaranda en el interior de la cámara de recuperación; con el propósito de que existiera una mayor aireación y causar el menor daño de las "momias".

Los áfidos no parasitados (previa revisión al microscopio-estereoscopio), fueron ubicados en jaulas las cuales contenían plantas de berenjena libres de plagas y enfermedades con el objetivo de poseer varias colonias de insectos y así disponer de suficiente material biológico para realizar los diferentes experimentos.

Para tener la certeza de que las especies colectadas eran *Aphis gossypii* y *L. testaceipes* se procedió a realizar la identificación a través de microscopio estereoscopio y microscopio compuesto, utilizando las claves taxonómicas de Bustillo y Sánchez (1971); Blackman y Eastop, (2000) para los áfidos y Cave (1995) para los parasitoides, contando con el apoyo del Ing. Agr. MSc. Rafael A. Menjivar Rosa (Depto. Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, de la Universidad de El Salvador.

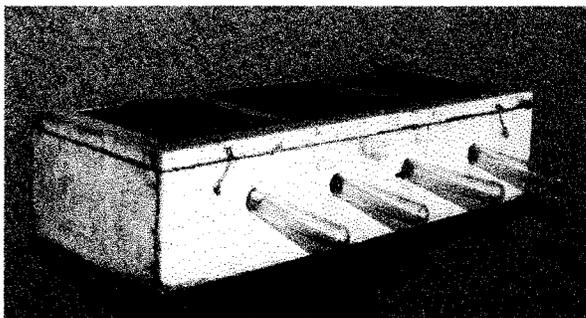


Fig. 5a Cámara de recuperación.



Fig.5b Cámara de recuperación conteniendo muestras.

#### 3.2.4. Fase de invernáculo.

En este se realizaron las siguientes actividades:

##### 3.2.4.1. Establecimiento de colonias de áfidos y parasitoides.

Los áfidos recolectados en campo, fueron introducidos en cuatro jaulas, las cuales contenían 6 plantas de berenjena. Previamente a la introducción se realizaron observaciones en el microscopio-estereoscopio, con el objetivo de garantizar que estos no estuvieran parasitados. Después del período de infestación, las plantas que contenían *Aphis gossypii*, permanecieron en las jaulas de desarrollo de áfidos hasta la formación de individuos aptos para el parasitismo (estadio III

y IV), a fin de exponerlos a los parasitoides, los cuales procedían de las cámaras de recuperación y eran liberados con la ayuda de tubos de ensayo, para aumentar la población de los mismos.

Cuando se estableció la población de parasitoides, se introdujeron plantas con áfidos durante uno a dos días a las jaulas que contenían dichos individuos; transcurrido este tiempo, fueron extraídas de las jaulas antes mencionadas y colocadas en una jaula vacía para que se completara el ciclo biológico del parasitoide. Cada planta se identificó con una etiqueta con la fecha de infestación.

Nueve días después de la fecha de infestación, se procedió a la extracción de "momias" (Fig.6) de hojas de berenjena, cortando trozos de las mismas utilizando una tijera, los cuales se colocaban en cajas "Petri," para someter las "momias" a diferentes temperaturas, dentro de una refrigeradora; la cual serviría para realizar las pruebas de tiempo de almacenamiento y temperaturas.



Fig. 6. Extracción de "momias"

#### 3.2.4.2. Mantenimiento de la colonia de *A. gossypii*.

La producción de gran cantidad de ninfas de áfidos, dependió, fundamentalmente, del mantenimiento de altas poblaciones de adultos del insecto; para ello, fue necesaria la introducción constante de plantas libres de áfidos a las 3 jaulas infestadas por éstos, con el objetivo de reemplazar las plantas que eran utilizadas para la parasitación y mantener las colonias de áfidos. Cuando las plantas maduraron fisiológicamente o se encontraban dañadas por ácaros, hongos y otros insectos no sujetos al estudio (Membracidae, Formicidae e hiperparásitos) fueron eliminadas e introducidas en bolsas plásticas bien amarradas para evitar la diseminación de insectos y enfermedades.

Durante el estudio, se infestaron un total de seis jaulas con áfidos, lo cual se

realizó introduciendo plantas con áfidos a jaulas que contenían plantas libres de éstos, para su multiplicación (Fig.7). Cuando se presentaron insectos extraños dentro de la jaula, fueron eliminados con la ayuda de un aspirador manual, este era introducido a través de la manga que posee, la jaula con el fin de evitar el escape de los parasitoides



Fig.7 Introducción de planta con áfidos.

#### 3.2.4.3. Mantenimiento de colonias de *L. testaceipes*

Para el mantenimiento de las colonias de *L. testaceipes*, fue necesaria la introducción periódicas de dos plantas que contenían áfidos para que fueran parasitadas durante uno a dos días; transcurrido este tiempo, una planta era extraída y colocada en las jaulas vacías para la formación de "momias," las cuales fueron sometidas a los experimentos de interés y la otra permanecía en la jaula para que el parasitoide completara su ciclo.

Además, se procedió a colocar tubos de ensayo conteniendo parasitoides adultos en dos jaulas que poseían plantas de berenjena infestadas por áfidos del III y IV estadio ninfal, para que se iniciara la parasitación, con la cual se logró la existencia de tres jaulas con parasitoides y áfidos, dando como resultado un mayor número de plantas con la misma fecha de infestación para realizar las pruebas.

Los parasitoides se alimentaron con miel de abeja diluida en agua (relación 1:10); El alimento fue colocado en los tallos, hojas de las plantas con ayuda de un pincel N°000 y esponjas impregnadas con tal solución.

#### 3.2.5. Fase de laboratorio.

Se ejecutaron las siguientes labores:

### 3.2.5.1 Realización de las pruebas de temperatura y tiempo de almacenamiento.

Antes de la realización de las pruebas de laboratorio, se determinaron las temperatura correspondientes a cada uno de los tres niveles indicados en el termostato (mínimo, medio y máximo) de la refrigeradora (Fig.8) y de cada subdivisión de la misma (congelador, parte superior, parte media, parte media inferior y parte inferior), con la ayuda de termómetros de mercurio colocados en dichas subdivisiones tomando varias lecturas, con el propósito de obtener un dato confiable de las temperaturas a las cuales serían sometidos los diferentes tratamientos. Las temperaturas obtenidas fueron las siguientes: -5, 10, 11 y 14°C para el nivel mínimo; -12, 8 y 9°C para el nivel medio y -15, 2 y 6°C para el nivel máximo. Todas estas pruebas se realizaron con el propósito de obtener un dato exacto de las temperaturas a los cuales serían sometidos los diferentes tratamientos. Inmediatamente después se procedió a exponer áfidos no parasitados a los parasitoides.

Nueve días después de la parasitación de los áfidos, las "momias" (Fig.9) eran extraídas, colocando diez en cada caja "Petri", para luego ser introducidas a una refrigeradora a las temperaturas ya mencionadas. Por otro lado, los tiempos de almacenamiento fueron de cuatro horas (0.17 días), 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20 y 30 días, con la finalidad de determinar la relación existente entre la temperatura y el tiempo de almacenamiento.



Fig.8. "Momias" en refrigeración.



Fig.9. Áfido "momificado"

En todos los tratamientos se utilizó un testigo relativo a temperatura ambiente (en promedio de 23.71°C), para determinar los porcentajes de emergencia total, emergencia de

hembras y machos, tiempo de emergencia (desde la exposición del áfido al parasitoide hasta la emergencia); sirviendo como un patrón de comparación con las diferentes pruebas realizadas en refrigeración, las cuales se manejaron de la siguiente manera: las "momias" se sometieron a diferentes temperaturas por un tiempo de almacenamiento determinado; transcurrido este tiempo, se extraían de la refrigeradora las cajas "Petri" conteniendo "momias", para ser colocados a temperatura ambiente (23.71°C) y posteriormente realizar la toma de datos de emergencia, a través de observación diaria (figura10)



Fig.10. Observación diaria de la emergencia de *L. testaceipes*.

#### 3.2.5.2. Sexado de los parasitoides emergidos de los diferentes tratamientos.

Los parasitoides emergidos después de que las momias se sometieron a las temperaturas y tiempos de almacenamiento correspondientes, fueron succionados de las cajas "petri" con un aspirador manual e introducidos a viales conteniendo alcohol etílico al 70%, debidamente etiquetados, con el objetivo de conservarlos para posteriormente ser separados por sexo, de acuerdo a la presencia o no del ovipositor con la ayuda de un microscopio-estereoscopio (Fig. 11) y realizar anotaciones de la relación hembra-macho existente en cada tratamiento. Además se registró el número de individuos emergidos en hojas de datos diseñada de

acuerdo a la información de interés (Cuadro A- 3.)



Fig.11. Identificación de hembras y machos de *L. testaceipes*.

### 3.3. Pruebas de partenogénesis de *L. testaceipes*.

Para determinar si las hembras del parasitoide eran partenogénicas, se colocaban "momias" individuales en cajas "petri", para que emergieran, una vez realizado esto, se procedió a la identificación de las hembras a través del microscopio-estereoscopio. Las hembras fueron depositadas nuevamente en cajas "petri" donde se les introdujo trozos de hojas (provenientes de las jaulas que se encontraban en el invernáculo) conteniendo áfidos adultos no parasitados con el objeto de observar si la hembra era capaz de parasitar sin ser fecundada por el macho y de producir una nueva generación que también fuera capaz de parasitar áfidos; además, se observó la relación de hembras y machos obtenidos de la parasitación de la hembra antes mencionada. También fue de vital importancia el estudio de la longevidad del parasitoide la cual se determinó colocando "momias" en cajas "petri" para que ocurriera la emergencia; a partir de este momento se observó el número de días que sobrevivió el parasitoide que se encontraba bajo temperatura ambiente (23.71°C), así como también de los parasitoides que emergieron después que fueron sometidos a diferentes temperaturas.

Durante el desarrollo de la investigación se realizaron observaciones directas cuando se liberaron los parasitoides en las jaulas que contenían plantas con áfidos, evaluando la conducta parasitaria.

### 3.4. Metodología estadística.

#### 3.4.1. Factores en estudio.

- Temperatura.
- Tiempo de almacenamiento.

#### 3.4.2. Variables en estudio.

Durante el estudio se evaluaron las siguientes variables: porcentaje total de hembras y machos emergidos, porcentaje de hembras emergidas, porcentaje de machos emergidos, tiempo de emergencia.

#### 3.4.3. Descripción de tratamientos.

Durante las pruebas de laboratorio se evaluaron 68 tratamientos; cada tratamiento estuvo conformado por 6 repeticiones, obteniendo un total de 363 repeticiones; esto con la finalidad de que

los datos obtenidos fueran confiables. A continuación se presentan en el cuadro 7 los diferentes tratamientos a que fueron sometidas las "momias".

Cuadro7. Tratamientos realizados con *L. testaceipes*.

TRATAMIENTO	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO
T1	23.71	TESTIGO
T2	14	4 HORAS (0.17 días)
T3	14	1 DIA
T4	14	2 DIAS
T5	14	3 DIAS
T6	14	4 DIAS
T7	14	5 DIAS
T8	11	4 HORAS
T9	11	1 DIA
T10	11	2 DIAS
T11	11	3 DIAS
T12	11	4 DIAS
T13	11	5DIAS
T14	10	4 HORAS
T15	10	1 DIA
T16	10	2 DIAS
T17	10	3 DIAS
T18	10	4 DIAS
T19	10	5DIAS
T20	9	4 HORAS
T21	9	1 DIA
T22	9	2 DIAS
T23	9	3 DIAS
T24	9	4 DIAS
T25	9	5DIAS
T26	8	4 HORAS
T27	8	1 DIA
T28	8	2 DIAS
T29	8	3 DIAS
T30	8	4 DIAS
T31	8	5DIAS
T32	6	4 HORAS

T33	6	1 DIA
T34	6	2 DIAS
T35	6	3 DIAS
T36	6	4 DIAS
T37	6	5DIAS
T38	2	4 HORAS
T39	2	1 DIA
T40	2	2 DIAS
T41	2	3 DIAS
T42	2	4 DIAS
T43	2	5DIAS
T44	-5	4 HORAS
T45	-5	1 DIA
T46	-5	2 DIAS
T47	-5	3 DIAS
T48	-5	4 DIAS
T49	-5	5DIAS
T50	-12	4 HORAS
T51	-12	1 DIA
T52	-12	2 DIAS
T53	-12	3 DIAS
T54	-12	4 DIAS
T55	-12	5DIAS
T56	-15	4 HORAS
T57	-15	1 DIA
T58	-15	2 DIAS
T59	-15	3 DIAS
T60	2	10 DIAS
T61	2	20 DIAS
T62	2	30 DIAS
T63	6	10 DIAS
T64	6	20 DIAS
T65	6	30 DIAS
T66	9	10 DIAS
T67	9	20 DIAS
T68	9	30 DIAS

#### 3.4.4. Análisis estadístico.

Tomando como base la emergencia diaria obtenida de la fase de laboratorio se procedió a realizar las siguientes actividades:

Ordenamiento de los datos, lo cual se realizó colocando en cuadros los resultados obtenidos de las seis repeticiones; posteriormente se elaboró un cuadro resumen conteniendo los mayores porcentajes de emergencia de los tratamientos y un cuadro donde se reflejaban los días de prolongación de emergencia del parasitoide, mostrando con ello el efecto del tiempo de almacenamiento a diferentes temperaturas.

Para el análisis de los datos se elaboraron graficas de barra conteniendo los resultados máximos y mínimos correspondientes a cada interacción estudiada.

Los factores y variables graficadas son las siguientes:

Efecto de la temperatura en el porcentaje de emergencia total del parasitoide.

Efecto de la temperatura en porcentaje de hembras emergidas.

Efecto de la temperatura en porcentaje de machos emergidos.

Efecto de la temperatura en el tiempo de emergencia prolongada.

Efecto del tiempo de almacenamiento en el porcentaje de emergencia total del parasitoide.

Efecto del tiempo de almacenamiento en el porcentaje de hembras emergidas.

Efecto del tiempo de almacenamiento en el porcentaje de machos emergidos.

Efecto del tiempo de almacenamiento en el tiempo de emergencia prolongada.

Las interrelaciones antes mencionadas, se hicieron con el objetivo de determinar los tiempos de almacenamiento y temperaturas óptimos, cuyos parámetros de selección fueron: % de mortalidad del parasitoide, % de emergencia del parasitoide, tiempo de emergencia (comprende desde la parasitación hasta la emergencia) y la relación hembra-macho del parasitoide.

Además se calcularon los porcentajes de parasitismo total, parasitismo no efectivo, parasitismo efectivo, sobrevivientes y porcentaje de mortalidad, con las formulas siguientes:

% de parasitismo total =  $(N^{\circ} \text{ de momias} / N^{\circ} \text{ de ninfas iniciales})100$ .

% de parasitismo efectivo =  $(N^{\circ} \text{ de parasitoides emergidos} / N^{\circ} \text{ de áfidos iniciales})100$ .

% parasitismo no efectivo =  $(\text{N}^\circ \text{ parasitodes no emergidos} / \text{N}^\circ \text{ de ninfas iniciales})100$ .

% de sobrevivencia de áfidos =  $(\text{N}^\circ \text{ de ninfas vivas y sanas finales} / \text{N}^\circ \text{ ninfas iniciales})100$ .

% de mortalidad =  $(\text{N}^\circ \text{ de ninfas muertas por otros factores} / \text{N}^\circ \text{ ninfas iniciales})100$ .

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

##### 4.1. Pruebas de temperatura y tiempo de almacenamiento.

Con la finalidad de determinar, el efecto de los factores en estudio sobre el porcentaje de emergencia total de *L. testaceipes*, porcentaje de hembras emergidas, porcentaje de machos emergidos y tiempo de emergencia, se grafican a continuación cada una de las variables en estudio antes mencionadas, haciendo uso de sus respectivos cuadros de datos; de los cuales se tomaran los porcentajes máximos y mínimos, indicados en los cuadros por un asterisco (\*).

##### 4.1.1. Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento en el porcentaje de emergencia total.

Los resultados obtenidos al calcular esta variable se detallan a continuación en el cuadro 8.

Cuadro 8. Resumen del porcentaje promedio total de Emergencia y Prolongación de la Emergencia de *L. testaceipes*, obtenidos durante la investigación .UES. 2001.

Temperatura de almac.	Tiempo de Almac.	% Emergencia total.	Prolongación Emergencia
2 °C	1 día	71.67	1 día
	2 días	28.33*	2 días
	5 días	68.33	5 días
	10 días	60.00*	12-13 días
	20 días	0.00	0 días
	30 días	0.00	0 días
6°C	0.17 días	86.67*	1 día
	3 días	78.33	3 días
	5 días	50.00	5 días
	10 días	70.00*	11-12 días
	20 días	0.00	0 días
	30 días	0.00	0 días
8°C	0.17 días	65.00	2 días
	5 días	46.67	6 días
	3 días	63.33	3 días
	4 días	25.00*	4 días
9°C	0.17 días (4horas)	86.67*	1 día
	1 día	85.00*	1 día
	2 días	61.67	2 días
	10 días	70.00*	11 días

	20 días	0.00	0 días
	30 días	0.00	0 días
10°C	1 día	61.67	2 días
	2 días	71.67*	3 días
	5 días	46.67	6 días
11°C	2 días	78.33*	3 días
	4 días	86.67*	5 días
	1 día	46.67*	1 día
14°C	1 día	81.67	2 días
	3 días	78.33*	3 días
	5 días	78.33*	6 días
	2 días	61.67	2 días
-5°C	0.17 días	60.00	2 día
	1 día	50.00	3 días
	3, 4, 5 días	13.89*	5 días
-12°C	0.17 días	53.33*	1 día
	1, 2, 3 días	8.33	2 días
	4, 5 días	0.00	0 días
-15°C	0.17, 1, 2, 3, 4,5 días	0.00	0 días
23.71 °C	Testigo	90*	0 días

Para el análisis de los resultados anteriores se utilizó como parámetro de comparación el tratamiento testigo, el cual permaneció a una temperatura ambiente de 23.71°C, originando que del 90% de los parasitoides emergieran a los tres días después de haberse momificado (9 días después del parasitismo) los áfidos; sin embargo cuando las "momias" fueron sometidas a sus respectivos tratamientos se obtuvieron resultados diferentes, lo cual se visualizan en el siguiente gráfico.

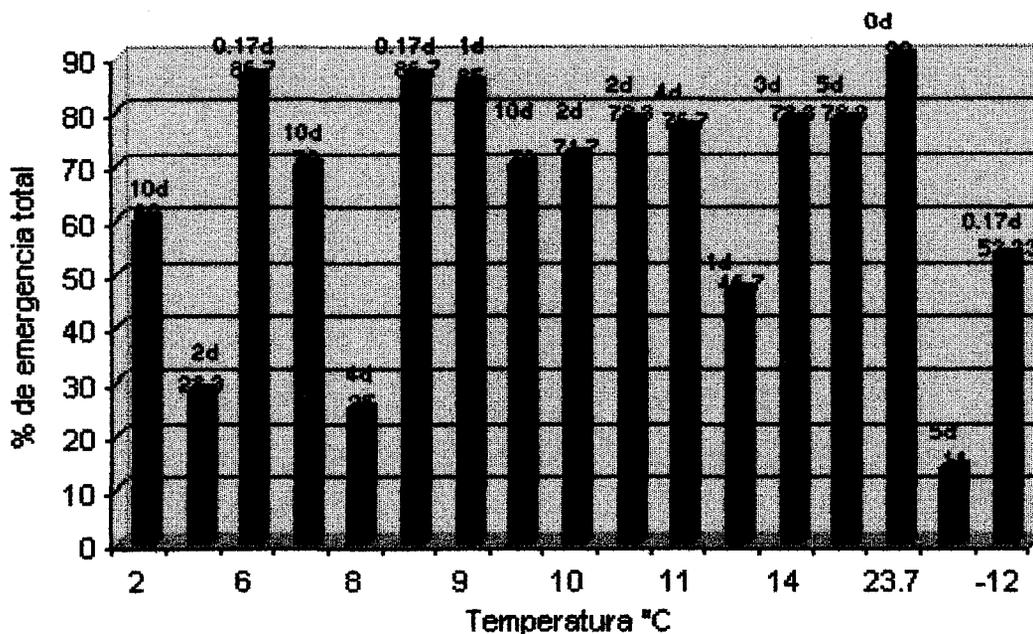


Fig.12. Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre el porcentaje de emergencia total.

En la figura 12, se observa que el máximo porcentaje promedio en la emergencia total fue de 86.67% cuando las "momias" estuvieron sometidas a 9 y 6 °C durante 0.17 días de almacenamiento, en donde además se visualiza que "momias" almacenadas a 9°C por 1 y 10 días produjeron un 85 y 70% en la emergencia total de *L. testaceipes*; una disminución del 10% ocurrió a 2°C cuando el inmaduro de *L. testaceipes* permaneció en refrigeración durante 10 días esto probablemente se debió a que la pupa sufrió daños fisiológicos y permaneció mucho tiempo en estado inactivo. Por otra parte comportamientos similares ocurrieron cuando las "momias" estuvieron almacenadas a 11 y 14°C durante 2, 4 y 3, 5 días, con porcentajes de emergencia de 78.33, 76.67 y 78.33% respectivamente.

De igual manera el porcentaje promedio en la emergencia total mínima se produjo cuando las "momias" fueron almacenadas a -12 y -5°C durante 3 y 5 días, con porcentajes de 8.33 y 13.89% respectivamente. El porcentaje de emergencia total fue cero cuando las "momias" fueron sometidas a -12°C durante 4 y 5 días y a -15°C durante todos los tiempos de almacenamiento, así mismo ocurrió cuando el inmaduro (pupa) estuvo sometido a 2, 6 y 9°C por 20 y 30 días de almacenamiento, esto probablemente se debió a daños fisiológicos causados por bajas temperaturas

y envejecimiento, lo cual fue señalado por Archer *et al.* (1973) quien menciona que el sustancioso incremento en la mortalidad de *L. testaceipes* es atribuido al envejecimiento.

Además, se observó que a una temperatura promedio de 42°C no hubo emergencia, lo cual puede deberse a que se acelera su metabolismo o en algunos casos la excesiva temperatura causa la muerte del inmaduro por deshidratación y desnaturalización de la proteína. Estos resultados concuerdan con Tang y Yokomi (1995) quienes reportaron que la mortalidad pupal de *L. testaceipes* se incrementa gradualmente a 27°C en 24.8% y a 30°C en 44.6%.

#### 4.1.2. Efecto de la temperatura y el tiempo de almacenamiento en el porcentaje de hembras emergidas.

Con el objetivo de observar el efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre el sexo de *L. testaceipes*, se procedió a separar cada uno de ellos. Los resultados obtenidos del porcentaje de hembras emergidas se presentan en el cuadro 9.

Cuadro 9. Resumen de los porcentajes promedio de hembras emergidas de *L. testaceipes*. UES. 2001.

Temperatura	Tiempo de almacenamiento	Porcentaje de hembras
2°C	5 días	40.00*
	1 día	35.00
	2 días	28.33
	10 días	30.00*
	20 días	0.00
	30 días	0.00
6°C	0.17 días	45.00*
	1 día	26.67*
	3 días	43.33
	10 días	35.00
	20 días	0.00
	30 días	0.00
8°C	0.17 días	41.67
	4 días	15.00*
	0.17 días (4horas)	40.00

9°C	1 día	50.00*
	5 días	30.00
	10 días	40.00*
	20 días	0.00
	30 días	0.00
10°C	1 día	36.67
	2 días	36.67*
	5 días	28.33*
11°C	2 días	48.33*
	4 días	33.33
	1 día	30.00
14°C	1 día	48.33
	3 días	48.33*
	4 días	33.33*
	5 días	48.33
-5°C	0.17 días	38.33
	1, 2, 3 días	21.67*
	4 y 5 días	15.00
-12°C	0.17 días	18.33
	1, 2, 3 días	5.56*
	4 días	0.00
-15°C	0.17, 1, 2, 3, 4, 5 días	0.00
23.71 °C	Testigo	45*

Los datos anteriores se presentan de forma grafica en la figura 13.

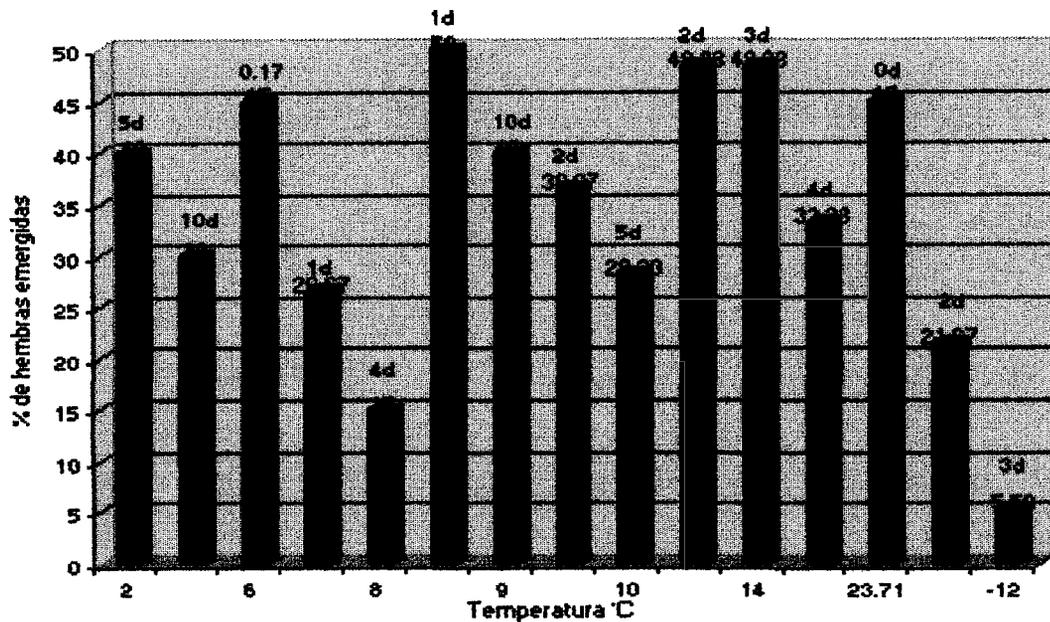


Fig.13 Efecto de la temperatura y el tiempo de almacenamiento sobre el porcentaje de hembras emergidas.

El testigo utilizado en éste estudio produjo un 45% de hembras emergidas, lo cual presentó variaciones, cuando las “momias” fueron sometidas a temperatura y tiempo de almacenamiento diferentes. En la figura 13 se observa que el mayor porcentaje promedio en la emergencia de hembras fue de 50% cuando las “momias” se almacenaron durante un día a 9°C, ocurriendo una disminución del 10% cuando las “momias” permanecieron almacenadas durante 10 días ; demostrando que existe una disminución del 5% de hembras comparado con el testigo, lo cual se debe probablemente a las variaciones en los tiempos de almacenamiento.

De igual manera el 48.33% de hembras emergidas se produjo cuando las “momias” estuvieron almacenadas a 11 y 14°C por 3 y 5 días respectivamente. A 2, 6, 9 y 10°C durante tiempos de almacenamientos de 5, 0.17, 10 y 2 días, el porcentaje de emergencia promedio fue de 40, 45, 40 y 36.67% respectivamente. Por otra parte las “momias” almacenadas a -12°C durante 3 días produjo una emergencia mínima en el porcentaje promedio de hembras de 5.56%, la cual se debió probablemente al efecto de las temperaturas bajas; esto no concuerda con los resultados de Tang y Yokomi (1995) quienes reportan que no existían diferencias significativas entre temperatura y sexo.

El porcentaje promedio en la emergencia de hembras fue cero, cuando las "momias" se almacenaron a  $-12^{\circ}\text{C}$  por 4 y 5 días; iguales resultados se obtuvieron a  $-15^{\circ}\text{C}$  durante tiempo de almacenamiento de 0.17 (4horas), 1, 2, 3, 4 y 5 días. Similarmente en los tratamientos sometidos a 20 y 30 días de almacenamiento a temperaturas de 2, 6 y  $9^{\circ}\text{C}$ , no presentaron emergencia alguna, lo cual se debe al efecto que causa la temperatura y el número de días que permanecieron almacenadas las "momias".

En forma general en los resultados obtenidos durante este estudio se observó una proporción mayor de las hembras sobre los machos; tomando como parámetro el mayor porcentaje promedio en la emergencia de las hembras de *L. testaceipes*, se estima que la proporción hembra-macho es de 1.43:1 respectivamente; las demás relaciones se detallan más adelante.

La existencia de una cantidad mayor de hembras es de gran importancia, debido a que son ellas las que producirán las nuevas generaciones de enemigos naturales, concordando con Sermeño (1996) y DeBach (1943), quienes mencionan que las hembras adultas son las encargadas de encontrar y seleccionar el hospedero sobre el cual su progenie se desarrollará. Además la proporción antes mencionada se contrasta con los resultados obtenidos por Kring (1998), el cual encontró que la frecuencia de sexo de los parasitoides emergidos fueron de 2: 1(H: M) de *L. testaceipes*, a las siguientes temperaturas 12-16, 14-18, 24-28 y  $28-32^{\circ}\text{C}$ , cuyos porcentajes de hembras emergidas fueron de 69, 66, 66 y 64% respectivamente.

Un aspecto importante observado en los parasitoides utilizados como pie de cría durante la realización del ensayo es que la hembra de *L. testaceipes* inicia su actividad parasitaria a las 9:00 a.m. y a las 5:00 p.m., su actividad se reduce al mínimo; resultados que concuerdan con Tyler y Jhones (1974), los cuales manifiestan que las temperaturas bajas y las lluvias estorban el desarrollo y actividad de los parasitoides en el control de los áfidos. Por su parte Sermeño (1992) también reportó dicho comportamiento.

Cabe destacar que los parasitoides hembras introducidos en las jaulas con áfidos realizaban su ataque golpeando con el ovipositor hasta tres veces; cuando los áfidos se encontraban parasitados estaban dispersos en las hojas. Similares observaciones realizaron Michaud y Mackauer (1994); Sermeño (1996).

Además se observó que la hembra del parasitoide es agresiva para atacar áfidos aun cuando las colonias son bajas; coincidiendo con DeBach (1943) y Flanders (1951), quienes afirmaron que un enemigo natural eficiente debe tener la habilidad de encontrar huéspedes cuando existen baja densidad de población. Consecuentemente, Sermeño (1996), comprobó que hembras de *L. testaceipes* son capaces de encontrar y parasitar áfidos en densidades bajas como una colonia en 300 plantas de berenjena.

#### 4.1.3. Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento en el porcentaje de machos emergidos.

Los datos obtenidos al evaluar la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre el porcentaje de machos emergidos se detallan en el siguiente cuadro.

Cuadro 10. Resumen de los porcentajes promedios de emergencia de machos de *L. testaceipes*. UES. 2001.

Temperatura °C	Tiempo de almacenamiento	Porcentaje promedio machos
2°C	1 día	36.67*
	0.17, 5 días	28.33
	4 días	25.33
	2 días	15.00*
	10 días	30.00
	20 días	0.00
	30 días	0.00
6°C	0.17 días	41.67
	3 días	35.00*
	2 días	31.67
	1 día	28.33
	4 días	26.67
	5 días	16.67*
	10 días	35.00
	20 días	0.00
	30 días	0.00
8°C	0.17 días	23.33
	3 días	20.00*
	1 día	11.67
	4 días	10.00
	0.17 días	46.67*

9°C	3 días	36.66
	1 día	35.00
	4 días	28.34*
	10 días	30.00*
	20 días	0.00
	30 días	0.00
10°C	2 días	35.00*
	4 días	30.00
	1 día	25.00
	5 días	18.34*
11°C	4 días	53.54*
	5 días	33.33*
	2 días	23.33
	1 día	16.67
14°C	4 días	41.67
	1 día	33.34
	0.17 días (4 horas)	61.67*
	2 días	26.67*
-5°C	0.17 días	21.67*
	1 día	20.00
	4 días	1.67*
-12°C	0.17 días	35.00
	1 día	6.67*
	2 días	1.67*
	3 días	0.00
-15°C	0.17, 1, 2, 3, 4, 5 días	0.00
23.71 °C	Testigo	45*

A continuación se muestra de forma grafica los resultados más relevantes, presentados en el cuadro anterior.

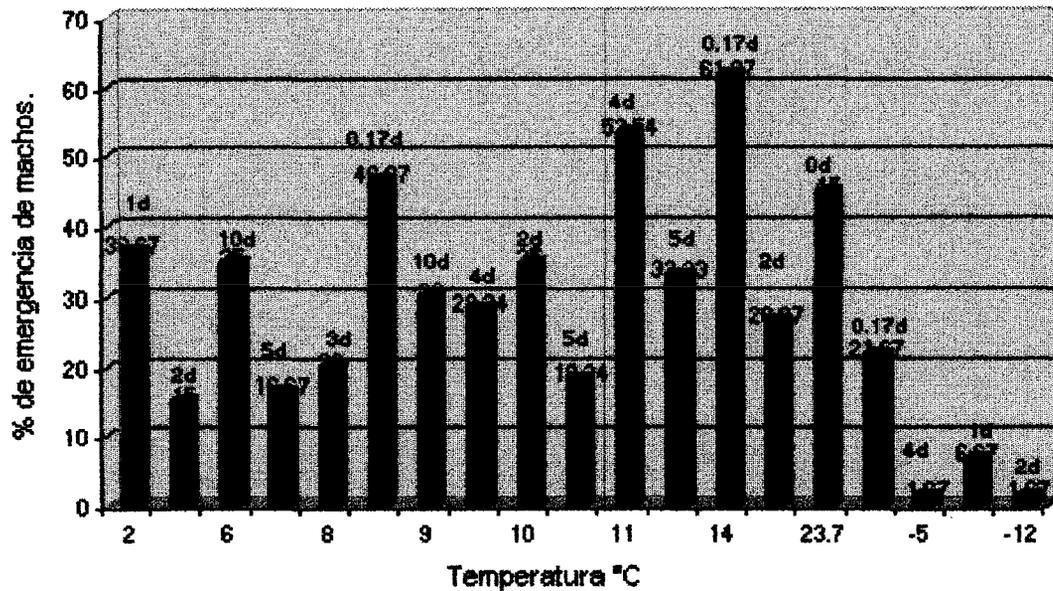


Fig.14 Efecto de la temperatura y el tiempo de almacenamiento sobre el porcentaje de machos emergidos.

En la figura 14, se observa que el 61.67% en la emergencia de machos ocurrió cuando las “momias” estuvieron sometidas a 14°C por 0.17 días (4 horas); lo cual difiere con el 45% producido por el tratamiento testigo, cuya temperatura ambiente promedio fue de 23.71°C. De igual manera el 53.54% del promedio de machos, se obtuvo cuando “momias” fueron almacenados a 11°C por 4 días y un 33.33% cuando estuvieron 5 días en refrigeración.

Por otra parte cuando las “momias” se almacenaron a 10, 6, 2 y 9°C por 12, 10, 1 y 0.17 días cuyos porcentajes de emergencia de machos fueron 35, 35, 36.67 y 46.67% respectivamente. Lo antes descrito señala la existencia de un efecto significativo de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre el estado inmaduro de machos de *L. testaceipes*. Lo cual contrasta con Vinson e Iwanysh(1980), quienes encontraron que las variaciones de temperatura tienen efecto significativo únicamente en el número de hembras.

Los menores porcentajes de machos fueron 1.67% a -5 y -12°C durante tiempo de almacenamiento de 4 y 2 días respectivamente. La emergencia fue cero después de 2 días de almacenamiento a -12°C; de igual manera ocurrió con temperaturas de -15°C por tiempos de 0.17,

1, 2, 3, 4 y 5 días. Resultados similares fueron observados cuando las "momias" se almacenaron a 2, 6 y 9°C durante 20 y 30 días.

En forma general, los resultados muestran que a medida se reduce la temperatura el porcentaje de emergencia de machos es menor; lo cual difiere con lo expresado por Hagen y Van Den Boch (1968) los cuales reportaron que al disminuir la temperatura la frecuencia de sexo puede inclinarse en la generación de machos.

#### 4.1.4. Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento en el tiempo de emergencia de *L. testaceipes*.

En el cuadro 11 se presenta el resumen de los resultados obtenidos en esta variable.

Cuadro 11. Resumen del tiempo de emergencia máximo, medio y mínimo de *L. testaceipes*. UES 2001.

Temperatura °C	Tiempo de almacenamiento	Tiempo total de emergencia	Tiempo real de emergencia prolongado
2°C	10 días	24-25 días	13 días*
	4-5 días	17 días	5 días
	0.17-1 día	13 días	1 día*
6°C	10 días	23-24 días	12 días*
	4-5 días	17 días	5 días
	1-2 días	14 días	2 días*
8°C	5 días	17 días	5 días*
	3-4 días	16 días	4 días*
	0.17-1 día	13 días	1 día
9°C	10 días	21-22 días	11 días*
	4-5 días	16 días	4 días*
	0.17-1 día	13 días	1 día
10°C	4-5 días	18 días	6 días*
	2 días	15 días	3 días
	0.17-1 día	14 días	2 días*
11°C	4-5 días	17 días	5 días*
	2-3 días	15-16 días	4 días*
	0.17-1 día	13 días	1 día*
	5 días	18 días	6 días*
	3-4 días	15-16 días	4 días

14°C	1-2 días	14 días	2 días*
	0.17 día	13 días	1 día
-5°C	4-5 días	17 días	5 días*
	1, 2, 3 días	15 días	3 días*
	0.17 días	14 días	2 días*
-12°C	2-3 días	15 días	3 días*
	0.17-1 días	13 días	1 día*
	4-5 días	0 días	0 días
-15°C	0.17, 1, 2, 3, 4, 5 días	0 días	0 días
23.71 °C	Testigo	12 días	0 días*

Con el propósito de mostrar de forma sencilla el tiempo de emergencia prolongada se grafican a continuación los resultados más relevantes.

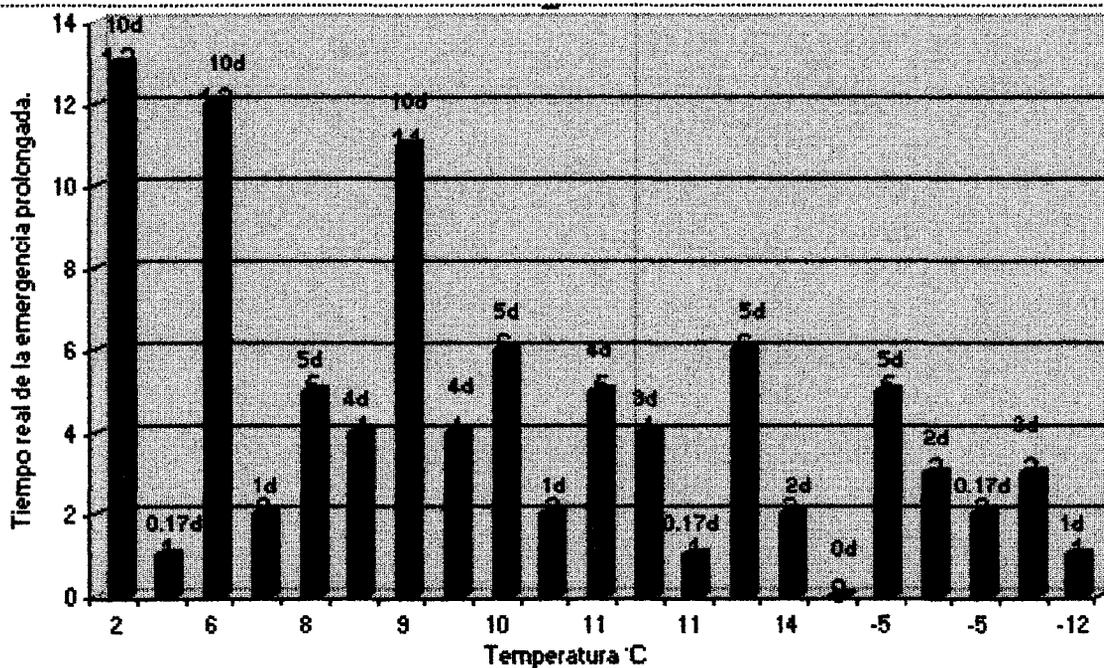


Fig.15 Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre el tiempo real de la emergencia prolongada.

Cuando las "momias" fueron sometidas a temperatura ambiente promedio de 23.71°C (testigo), los parasitoides emergieron a los 12 días después de que los áfidos fueron parasitados; los resultados anteriores, fueron superados cuando las "momias" almacenadas durante 10 días a temperatura de 2, 6 y 9°C, cuyos tiempos de emergencia real (días) fueron de 13, 12 y 11 días más que el testigo (figura 15).

No obstante cuando estas se almacenaron a la misma temperatura por tiempos de 0.17, 1 y 4 días, el tiempo de emergencia se prolongó en 1, 2 y 4 días respectivamente más que el testigo. Su tiempo de emergencia fue cero cuando "momias" se almacenaron durante 20 y 30 días. El tiempo de emergencia aumentó en 1, 2, 3, 4 y 6 días tomando como parámetro el testigo, cuando el inmaduro de *L. testaceipes* se almacenó por un tiempo que osciló en 0.17 y 5 días con rangos de temperatura de 2 a 14°C.

En forma general, se observa en la figura 15 que a medida se reduce la temperatura hasta 2°C el tiempo real de la emergencia prolongada es mayor; lo cual concuerda con lo señalado por Hight *et al.* (1972) y Archer *et al.* (1973), quienes encontraron que a medida se reduce la temperatura la emergencia de *L. testaceipes* es más tardía. Sin embargo, a medida se prolonga el tiempo de almacenamiento (hasta 10 días), el tiempo real de la emergencia prolongada es mayor. Lo cual se debe probablemente al estado de dormancia del inmaduro de *L. testaceipes*.

Por otra parte cuando las "momias" estuvieron almacenadas a -12°C durante 4 y 5 días su tiempo real de la emergencia prolongada fue cero, de igual manera ocurrió a -15°C.

#### 4.1.5. Determinación de la temperatura y el tiempo de almacenamiento.

Con el propósito de presentar varias alternativas a personas que a futuro se encarguen de la reproducción de *L. testaceipes* y a la población interesada en realizar el control de *Aphis gossypii* en los campos agrícolas a través del uso de este enemigo natural, se presentan en el cuadro 12, varias opciones, las cuales son importantes para tomar una decisión acertada acerca de la temperatura y tiempo de almacenamiento mas adecuado de acuerdo a los días en que se necesiten ó deseen la emergencia, porcentaje de hembras.

Cuadro 12. Resumen general de los resultados obtenidos en el estudio de *L. testaceipes*.

Temperatura	Tiempo almac.	% total emerge	% hembras	% machos	Relación H:M	Tiempo emergen	Tiempo real emerg. Prolongada.
23.71°C	0	90	45.00	45.00	1:1	12 días	0
2°C	1 día	71.67	35.00	36.67	1:1	13 días	1 día
	2 días	43.33	28.33	15.00	2:1	14 días	2 días
	5 días	68.33	30.00	28.33	1:1	17 días	5 días
	10 días	60.00	30.00	30.00	1:1	24-25 días	12-13 días
	20 días	0.00	0.00	0.00	0:0	0.0	0.0
6°C	0.17 día	86.67	45.00	41.67	1:1	13 días	1 día
	3 días	78.33	43.33	35.00	1:1	5 días	3 días
	5 días	50.00	30.00	20.00	1:1	17 días	5 días
	10 días	70.00	35.00	35.00	1:1	23-24 días	11-12 días
	20 días	0.00	0.00	0.00	0:0	0.0	0.0
8°C	0.17 día	65.00	41.67	23.33	2:1	13 días	1 día
	3 días	63.63	40.00	23.63	2:1	15 días	3 días
	4 días	25.00	15.00	10.00	1:1	16 días	4 días
	5 días	46.00	26.67	20.00	1:1	17 días	5 días
9°C	0.17 día	86.67	40.00	46.67	1:1	13 días	1 día
	1 día	85.00	50.00	35.00	1.43:1	13 días	1 día
	2 días	61.68	40.00	21.68	2:1	14 días	2 días
	10 días	70.00	40.00	30.00	1:1	21-22 días	10-11 días
	20 días	0.00	0.00	0.00	0:0	0.0	0.0
10°C	1 día	61.67	36.67	25.00	1:1	14 días	2 días
	2 días	71.67	36.67	35.00	1:1	15 días	3 días
	5 días	46.67	28.36	18.34	1:1	18 días	6 días
11°C	1 día	46.67	30.00	16.67	2:1	13 días	1 días
	2 días	78.33	48.33	30.00	2:1	15 días	3 días
	4 días	86.67	33.33	53.34	1:1	17 días	5 días
14°C	1 día	81.67	48.33	33.34	1:1	14 días	2 días
	2 días	61.67	35.00	26.67	1:1	14 días	2 días
	3 días	78.33	48.33	30.00	1:1	15-16 días	3-4 días
	5 días	78.33	48.33	30.00	2:1	18 días	6 días
-5°C	0.17 día	53.33	38.33	21.67	1:1	14 días	2 días
	1,2,3 día	37.77	21.67	16.10	1:1	15 días	3 días
	4, 5 días	6.67	5.00	1.67	3:1	17 días	5 días

-12°C	0.17 día	53.33	18.33	35.00	1:2	13 días	1 días
	1,2,3 día	8.33	5.56	2.77	2:1	14 días	2 días
	4,5 días	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
-15°C	0.17,1,2,3,	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
	4,5 días						

#### 4.1. 6. Pruebas de partenogénesis en *L. testaceipes*.

A través de las pruebas de partenogénesis, realizadas con hembras vírgenes durante la fase de laboratorio, se obtuvo una proporción hembra-macho de 1:1.1, indicando esto que existe una leve tendencia a incrementarse la producción de machos, lo cual concuerda con lo reportado por Hagen y Van Den Boch (1968), quienes señalan que los Aphidiinae son partenogénicos, existiendo una tendencia mayor a producir machos. Además se comprobó lo encontrado por Stary y Cermeli (1989), quien da a conocer la existencia de especies partenogénicas de *Lysiphlebus* tales como: *L. faverun*, *L. cardui*, *L. confusus*, *L. testaceipes*. Por su parte, Tyler (1974), también observó el parasitoide hembra reproducirse sexual y asexualmente; dando como resultado una mayor proporción de machos. Así mismo se observó que la progenie producida por hembras vírgenes no presentaron ningún obstáculo para atacar áfidos de cualquier estadio.

#### 4.1.7. Pruebas preliminares de parasitismo.

Adicionalmente al análisis del efecto que produjeron los factores y variables en estudio, se realizaron pruebas de parasitismo, utilizando parasitoides emergidos del tratamiento, cuyas "momias" estuvieron sometidas a 2°C durante 10 días de almacenamiento, dichos resultados se muestran a continuación:

$$\% \text{ parasitismo total} = \frac{(\text{N}^\circ \text{ momias} / \text{N}^\circ \text{ ninfas iniciales}) 100}{}$$

$$\% \text{ P.T.} = \frac{(97 / 98) 100}{=} = \underline{98.98\%}$$

$$\% \text{ parasitismo efectivo} = \frac{(\text{N}^\circ \text{ parasitoides emergidos} / \text{N}^\circ \text{ ninfas iniciales}) 100}{}$$

$$= \frac{(64 / 98) 100}{=} = \underline{65.3\%}$$

$$\% \text{ de parasitismo no efectivo} = \frac{(\text{N}^\circ \text{ parasitoides no emerg} / \text{N}^\circ \text{ ninfas iniciales}) 100}{}$$

$$= \frac{(33 / 98) 100}{=} = \underline{33.67\%}$$

$$\% \text{ sobrevivientes} = \frac{(\text{N}^\circ \text{ ninfas vivas y sanas finales} / \text{N}^\circ \text{ ninfas iniciales}) 100}{}$$

$$= \frac{(0 / 98) 100}{=} = \underline{0\%}$$

$$\begin{aligned} \text{Porcentaje de mortalidad} &= (\text{N}^\circ \text{ ninfas muertas por otros factores} / \text{N}^\circ \text{ ninfas iniciales}) 100. \\ &= (1/98) 100 = \underline{1.02\%}. \end{aligned}$$

Durante el ensayo, ninfas de último estadio de *Aphis gossypii* después de exponer a los parasitoides durante tres horas, se observó que la actividad de oviposición se manifestaba desde los primeros minutos; cuando el áfido se encontraba atacado, el parasitoide se retiraba y procedía a buscar un nuevo hospedero, esto se debe a que el parasitoide posee la capacidad de identificar áfidos parasitados, lo cual también ha sido demostrado por Salt (1937).

Con base a los resultados obtenidos en las pruebas preliminares de parasitismo se observó que la temperatura y el tiempo de almacenamiento no influenciaron la actividad parasitaria, longevidad y capacidad de búsqueda; sin embargo se desconoce el efecto que causan las temperaturas de -5 y -12°C, asumiendo que arriba de 2°C su comportamiento es similar.

## 5. CONCLUSIONES.

Basándose en los resultados obtenidos durante el estudio y tomando como parámetro el testigo se concluye que:

- La emergencia y tiempo de emergencia de *L. testaceipes*, es influenciado por la temperatura y tiempo de almacenamiento.
- Las temperaturas y tiempos de almacenamiento estudiados, originaron mayor proporción de hembras sobre los machos.
- El máximo porcentaje de hembras emergidas fue de 86.67% a 9 y 6°C, durante 0.17 días.
- El máximo porcentaje de machos emergidos fue de 61.67% a 14 °C, durante 0.17 días.
- A medida se reduce la temperatura el porcentaje de machos emergidos es menor.
- Las temperaturas óptimas encontradas en esta investigación fueron de 2, 6 y 9 °C y tiempos de almacenamiento de 10 días.
- A menor temperatura de almacenamiento, con un límite de 2°C se produjo la mayor prolongación en el tiempo de emergencia, el cual fue de 13 días mas con respecto al testigo.
- Las temperaturas y tiempos óptimos de almacenamiento dependerá de la situación propia de cada persona interesada en realizar liberación de *L. testaceipes* en campos agrícolas.
- La longevidad de adultos de *L. testaceipes*, tanto del testigo como en los diferentes tratamientos fue de 3 días a 23.71°C en promedio.

- La formación de momias ocurrió a los 9 – 10 días después de la parasitación.
  
- En condiciones de invernáculo se produjo un 98.98% de parasitismo total, un 65.3% de parasitismo efectivo, con nula sobrevivencia al ataque de la hembra de *L. testaceipes*; mostrando con ello la eficiencia y efectividad del parasitoide.

## 6. RECOMENDACIONES.

- Realizar liberaciones en campo de los parasitoides emergidos después de haber sido sometidas a las temperaturas óptimas y tiempos de almacenamiento obtenidos en esta investigación, con el propósito de determinar su eficiencia en el control de áfidos y nivel de supervivencia de los mismos.
- Diseñar jaulas herméticas con un área mayor que facilite la manipulación, desarrollo y multiplicación del hospedero y parasitoide.
- Establecer un centro de reproducción y distribución de *L. testaceipes* (Cresson) en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.
- Evaluar diferentes sustratos artificiales para la multiplicación efectiva de los áfidos, de tal manera que se obtenga el más adecuado para sustituir las plantas.
- Para realizar investigaciones relacionadas con el almacenamiento en refrigeración, la recolección de “momias” debe realizarse cuando se encuentren bien formadas.
- Realizar estudios de almacenamientos de adultos en refrigeración con el propósito de prolongar su longevidad.
- Obtener equipo adecuado para almacenar “momias” de tal forma que exista un amplio rango de temperaturas y humedad relativa, las cuales se puedan estudiar (cámara micro-climática).
- Trasladar las “momias” en cajas especiales para evitar la deshidratación hacia los lugares de liberación y colocar agua-miel para que se alimenten al momento de la emergencia.
- Someter “momias” de *L. testaceipes* a temperaturas de 6 y 9 °C, por 10 días de almacenamiento.

## 7. LITERATURA CITADA.

Aldyhim, Y.N; Khalil, A.F. 1993. Influence of temperature and day length on population development of *Aphis gossypii* on *Cucurbita pepo*. Entomol. Exp. Appl. 67:167-172.

Archer, T.L; Murray, C.L; Eikenbary, R.D; Burton, R.L. 1973a. Cold storage of *Lysiphlebus testaceipes* adults. Scientific notes. S.n.t.

Archer, T.L; Murray, C.L; Eikenbary, K; Starks, J; Morrison, R.D. 1973b. Cold storage of *L. testaceipes* Mommies. Envim. Entomol 3(3)1104-1108. S.n.t.

Andrews, K; Quezada, J. 1989. Integración de componentes entomológico: manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura: estado actual y futuro. El zamorano, Honduras. C. A. p 330-342.

Bell, JW; Carde, T. R. 1984. Chemical ecology of insects. University of Massachusetts USA. S.n.t.

Bienko, B. 1967. Keys to the insects of the Europe. U.S.S.R., Ed. Board 1:616-628, 694-695, 699.

Black, L; Green, S. 1993. Enfermedades del chile: una guía de campo. Iraol Benigno Villaloh, José Armador y Mercedes Campo, Lou. USA, Centro Asiático de Investigación y Desarrollo Vegetal. P.76.

Blackman, R.L.; Eastop, V.F. 1984. Aphids on the world crops: an identification guide. J. Wiley and Sons Publishers, Chichester. 474 P.

Blackman, R.L.; Eastop, V.F. 2000. Aphids on the world crops: an identification guide. 2<sup>da</sup> Ed. John Wiley & Sons, LTD., Chichester, England. P 213-214. 466p.

Borror, O.J; DeLong, O.M. 1971. An introduction to the study of insects. Holt Rinehart and Winston. 3<sup>o</sup> ed. 812 P.

Bustillo, A; Sánchez, J. 1971. Los áfidos en Colombia. Plagas que afectan los cultivos agrícolas de importancia económica. Bogotá, Colombia. ICA. 95 P.

Campbell, A. 1974. Seasonal changes in abundance of the pea aphid and its associated parasites in the southern interior of British Columbia. PhD. Tesis Bogotá, Colombia. Simón Fraser Univ. Burnaby, B.C. 282 P.

Carballo, M. 1987. Uso de parásitos en el control biológico de áfidos. En. Pinochet, J. y Quintero, D. Eds. Curso de áfido; artículo selecto sobre áfidos y su importancia económica en la agricultura de Centro América. Panamá. CATIE. Informe Técnico 125. 78 P.

Carroll, D; Hoytis, S.F. 1996 "Hostess and habitats of parasitoides". S.n.t

Castroverde Alvia, E.N; Justavino Acevedo, J.L. 1996. Determinación del estadio más susceptible y tamaño de la colonia de *A. gossypii* (Hom: Aphididae) que influye en la actividad parasitaria de *L. testaceipes* (Hym: Braconidae) Tesis M.S.c. Panamá. Escuela de Biología, Universidad de Panamá. 43 P.

CATIE. 1987. Algunas virosis de importancia agrícola en América Tropical. Curso de áfidos. Panamá. 125: 38-63.

Cave, R.D. 1995. Manual para el reconocimiento de parasitoides de plagas agrícolas en América Central. Zamorano. Academic Press. Tegucigalpa, Honduras. 202 P.

Cecilio, A. 1994. Evaluación faunística e introducción de *L. testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera, Aphidiidae) S.n.t. Sp.

Cermeli, M. 1987. Control de áfidos, plagas en Venezuela. Curso de áfidos. Panamá CATIE. Informe Técnico 125: 20-35.

Chen, Z; Zhang, A; Xu, W; Wang, K; Zhu, G; Lu, T; Liu, H. 1991. Effects of chemical control of the cotton aphid during the early season on cotton plants on natural enemies and yield. J. Appl. Entomol. 111:211-215.

Chiri, A.A. 1987. Enemigos naturales de los áfidos: depredadores. Curso de áfido. Panamá CATIE. Informe Técnico 125: 36-42.

De Bach, P. 1943. The effect of low storage temperature on reproduction in certain parasitic Hymenoptera. Pan-Pac. Entomol. 19:112-9.

Eastop, U.F; Costa, A.S. 1972. A list of the Aphid species collected in Sao Paulo, Brazil. Rev. por Entomol. 15:131-134.

Ebeling, W. 1951. Subtropical entomology. Second printing by lithotysse process. Co. University of California. USA. P. 404-405.

Eisler, J. I. 1972. Laboratory rearing of *L. testaceipes* on *Rhopalosiphum maidis*. J. econ. Entomol. 65: 293-5.

EQUIROS, D.I. 1988. Afidos, (Homoptera: Aphididae) de Panamá. Tesis. Republica de Panamá. 318p.

Escobar Vásquez, DE. López Bonilla, E.E; Noches Figueroa, R.A. 1996. Estudio y evaluación del parasitoide *L. testaceipes*, para el control de áfidos *A. gossypii* en condiciones de invernadero y de campo. Tesis Ing. Agr. San Salvador. Universidad de El Salvador. 125 P.

Flanders, S.E. 1951. Mass culture of California red scale and its golden chalcid parasites. Hilgardia 21: 1-42.

Fuertes, E. 1978. Determinación de infestación y ciclo biológico del áfido del melón. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Escuela de Fitotecnia, Universidad de Panamá. P. 60.

Gilstrap, F. E; McKinnon, L. K. 1988. Response of native parasites to Russian wheat Aphid. Teas. USA. Boletín informativo. 5p.

Goff, A.M.; Nault, R. 1974. Aphid cornicle secretions against attack by parasitoid wasps, scientific notes, Bol.3. S.n.t.

Goff, AM.; Nault, R. 1984. Response of the pea aphid parasite *Aphidius holiday* (Hymenoptera: Aphidiidae) to transmitted light Environ Entomol 13: 595-598. S.n.t.

Grasswitz, T.R.; Paine, D. 1993. Influence of physiological state and experience on the responsiveness of *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Aphidiidae) to Aphid honey dew and to host plants. USA. p.219-259.

Gross, P. 1993. Insect behavioral and morphological defenses against. *Annu. Rev Entomol.* 38: 73-251.

Guldemond, J.A.; Tigges, WT.; De Urijer, PWF. 1994. Hosts races of *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) on cucumber and chrysanthemum. *Environ. Entomol.* 23 (5): 1235-1240.

Hagen, K.S; Van Den Bosh, R. 1968. Impact of pathogens, parasites and predators on Aphids *Ann. Rev. Entomol.* 13:325-372.

Hight, S.C.; Eikenbary, R.D; Miller, RJ; Starks, K.J. 1972. The green bug and *Lysiphlebus testaceipes*. *Entomol. Soc. of America.* 1 (2):205-209 P.

Holman, J. 1974. Los áfidos de Cuba. Instituto Cubano del Libro. Editorial Organismos-MS. La Habana. 304 P.

Hottes, FC. 1931. The plant lice, or Aphididae of Illinois. *Bol. XIX. Art. III.* H.C. Verterling. P. 196-196.

Hoy, M.A; Herzog, D.C.1985. Biological control in agricultural IPM systems. New York, USA, p208-209. S.n.t.

Hunter, S.J. 1909. The greenbug and its enemies. *Kans. Univ. Bull.* 9.163p. S.n.t.

Klomp, H; Teerink, B.J. 1962. Host selection and num of eggs per oviposition in the egg-parasite. *Trichogramma embryophagus* Htg. *Nature* 195: 10,20-21.

Kajita, H. 1967. Studies on the utilization of natural in enemies as "biotic insecticides" on the acclimatization of rearing temperature storage of larvae or pupae. *Fac. Agric. Kyushu Univ.* 29-32 P. S.n.t.

King, A.B.S; Saunders, J.L. 1984. Las plagas de invertebrados de cultivos anuales alimenticios en América Central. Tropical Development and Research Institute (TDRI), London. P. 114-115.

Kring, T; Kring, J.B. 1988. *Aphid fecundity*, reproductive longevity and parasite development in the *schizaphis graminum* (Rondani) Homoptera: Aphidiidae – *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera Braconidae) Sistem. Florida USA, p1079-1083.

Kouame, K. L; Mackauver, M. 1991. Influence of *Aphid* size, age and behavior on host choice by the parasitoid wasp *Ephedrus californicus*: a test of host- size models. Canada. Simon Fraser University, Burnaby. Canada Oecologia. (1991) 88: 197-203.

Larios, J. 1987. Insectos como vectores de fitopatógenos y la determinación del umbral económico de daño: 3.S.n.t.

Lastra, R. 1987. Transmisión de virus por insectos. Curso de áfidos. Panamá. CATIE. (Serie técnica, informe técnico 125) p. 56-62.

Lewis, W J; Vet, EM; Tumlinson, JH. Vanlenteren, J C. Papaj, D. R. 1990. Variations in parasitoid foraging, behavior: Essential Element of a sound Biological Control Theory. USA. Environ. Entomol. 19(5):1183-1193.

MAG-OIRSA. 1999. Manual técnico de fito-sanidad en Limón Pérsico. Proyecto VIFINEX. San Salvador, El Salvador. 68 P.

Mendoza Hernández, F. 1983. Principales insectos que atacan a las plantas económicas de Cuba. Edit. Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, Cuba. (9): 170-171.

Melia, A. 1993. Evolución poblacional de *Toxoptera aurantii*. (Boyer de Fonscolombe) (Homoptera: Aphididae) en los últimos 15 años y su relación a la aparición de *L. testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Aphidiidae) Bol. San. Veg. Plaga, 19:609-617.

Michaud, J. P. Mackauver, M. 1994. The use of visual cues in host evaluation by Aphidiinae Wasps. VS. Academic Publisher, Canada. 272-283 P.

Michelena, J.; Sanchis, Y; González, P. 1994. Afidinos sobre pulgones de fruta en la comunidad relacionada. Depto. De Biología. Burjassot. p 474-576 .

Moran, V.C; Brothers, D.J; Case, J J. 1969. Observations on the Biogy of *Tetrastichus flavigaster* Brothers and Moran parasitic on Psyllid nymphs. Trans. Roy. Entomol. Soc. London 121: 41-58.

National Academic of Sciences. 1988. Manejo y control de plagas de insectos. Traducido por De La Torre Rodríguez. Bol. III. Edit. Limusa. México, D.F. p 127-127.

Nieto, J.M; Dorrego, J.B. 1976. Los pulgones (Hom. Aphidiinae) de plantas cultivadas en España, II: Cereales. Bol. Serv. Plagas. 2:225-245.

Padock, F.M.1919. The cotton or melon louse: life history studies. Texas Agricultural Experimentation station, Bulletin 257p1-54. S.n.t.

Pastrana, S.A. 1985. Caza, preparación y conservación de insectos, 2<sup>da</sup> Edic. Edit. El Ateneo. Buenos Aires, Argentina. P.165-172.

Pike, K. S; Stary, P; Miller, R; Allison, D; Boydston, L; Graf, G; Miller, T. 1996. New species and host records of aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiidae) from the pacific northwest, USA. Proceedings of the Entomology Society of Washington. 98 (3) p. 570-591.

Reid, WJ.; Cuthbert, FP. 1977. Aphids on leafy vegetables. United State Department of Agriculture, Farmers. Bulletin number 2148. P. 6-14.

Salt, G. 1937. Experimental studies in insect parasitism. The sense used by *Trichogramma* to distinguish between parasitized and unparasitized hosts Proc. Roy. Entomol. Soc. London ser. B122: 57-75.

Sermefio Chicas, J.M. 1992. Método de reproducción del parasitoide *Lysiphlebus testaceipes* para el control de áfidos. Bol. Informativo. MIP. CATIE. 26:2-5 P.

Smith, R.F; Mittler, TE. 1968. Annu. Rev. Entomol. Bol.13 S.n.t.

Stadler, B. ; Mackauver, M. 1996. Influence of plant quality on interactions between the Aphid parasitoid *Ephedrus californicus* Baker (Hymenoptera: Aphidiidae) and its host, *Acythosiphon pisum* (Harris)(Homoptera: Aphididae). Can. Entomol. 128:27-39.

Sary, P. 1975. *Aphidius coalmini* viereck its taxonomy distribution and host range (Hymenoptera: Aphidiidae). Actas entomología Bohemoslovaca 72:156-163.

Sary, P.; Völkl, W. 1988. Aggregations of Aphid parasitoid adults (Hymenoptera: Aphidiidae). Appl. Entomol. 105: 271-279.

Sary, P; Cermeli, M. 1989. Parasitoides (Hymenoptera, Aphidiidae) de áfidos en plantas cultivados de Venezuela. Bol. Entomol. Venez. N.S. 5(10): 77-80.

Tang, Y.Q; Yokomi, R.K.1995. Temperature dependent development of three hymenopterous parasitoids of Aphids(Homoptera: Aphididae) attacking citrus. Environ. Entomol. 24(6): 1736-1740.

Tyler, B.M; Jhones, P.A. 1974. Influence of low temperature on development and successful emergence of *Lysiphlebus testaceipes*. Bol. 3. South Dakota State University. 3 (3): 377-379 P.

Van Steenis, M.J. 1995. Evaluation of four Aphidiinae, parasitoids for biological control of *Aphis gossypii*. S.n.t. Sp.

Vinson, SB. 1976. Host selection by insect parasitoids. Annu. Rev. Entomol. 434, 109, 133.

Vinson, S.B; Iwanish 1980. Host suitability for insect parasitoids. Annu. Rev. Department of entomology, New York. USA. Entomol. 25: 397-419.

Vinson, S.; Scarborough, T.A. 1991. Interaction between *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae) and the parasitoid *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Aphidiidae). Annu. Entomol. Soc. Am. 84 (2): 158-164.

Webster, F.M; Phillips, W.J. 1912. The spring grain aphid or greenbug. USDA Bull. 110:153p. S.n.t.

Weisser, WW. 1994. Age-dependent foraging behavior and host – instars preference of the Aphid parasitoid *L. cardui*. Entomol. Exp. Appl. 70:1-10.

Wyatt, IJ; Brown, SJ. 1977. the influence of light intensity, day length and temperature on increase rates of four glasshouse Aphids. Jour. of Appl. Ecol. 14:391-399.

## 8. ANEXO

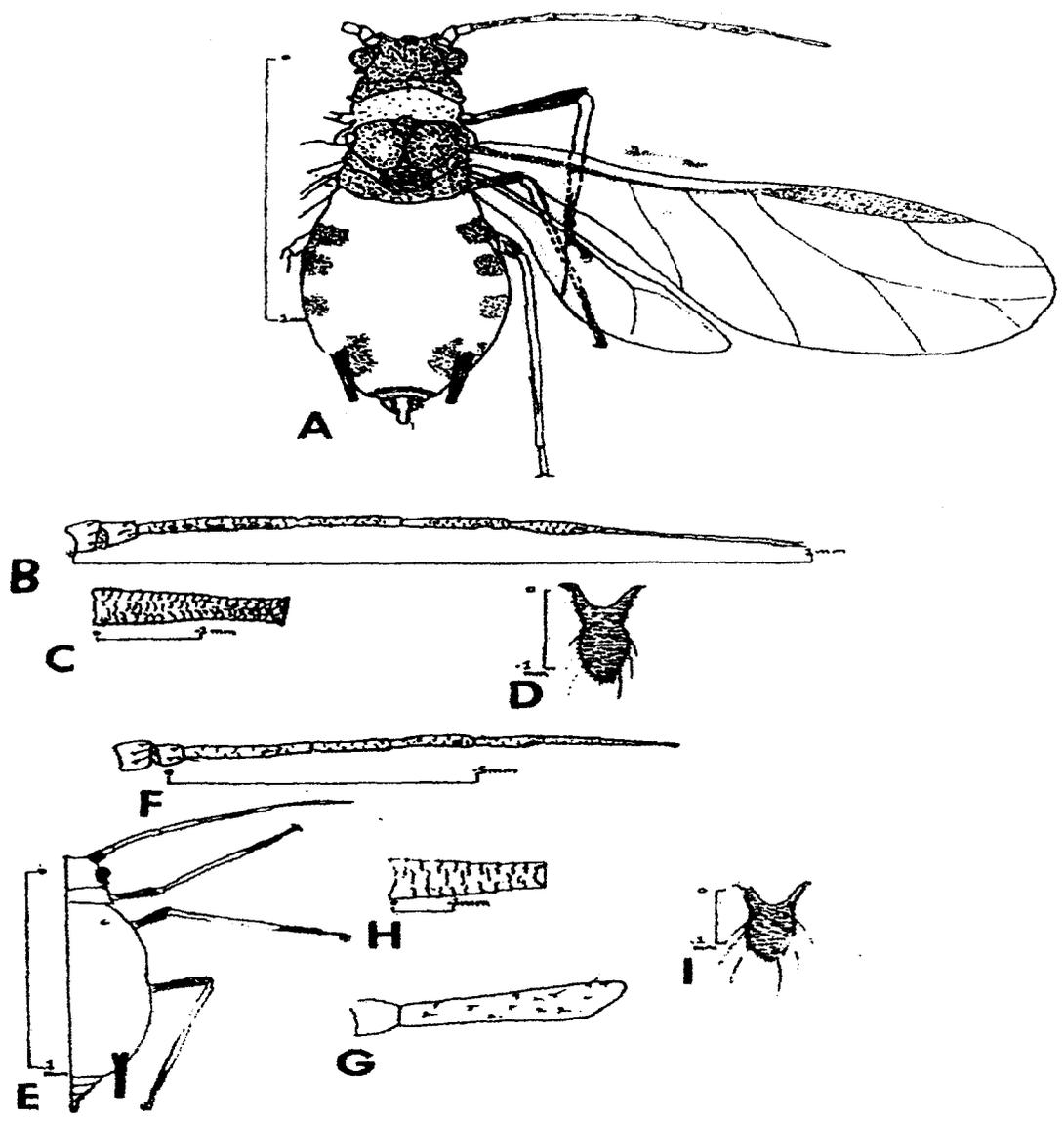


Fig. 16. A-1. Estructura de *A. Gossypii*.

A= Vista dorsal (alado); B= Antena de afido (alado); C= Siphunculos (alado); D= Caudal (alado); E= Vista dorsal (aptero); F= Antena (aptero); G= Fémur(aptero); H= Siphunculo (aptero); I= Caudado (aptero). Tomado de Equiros (1988).

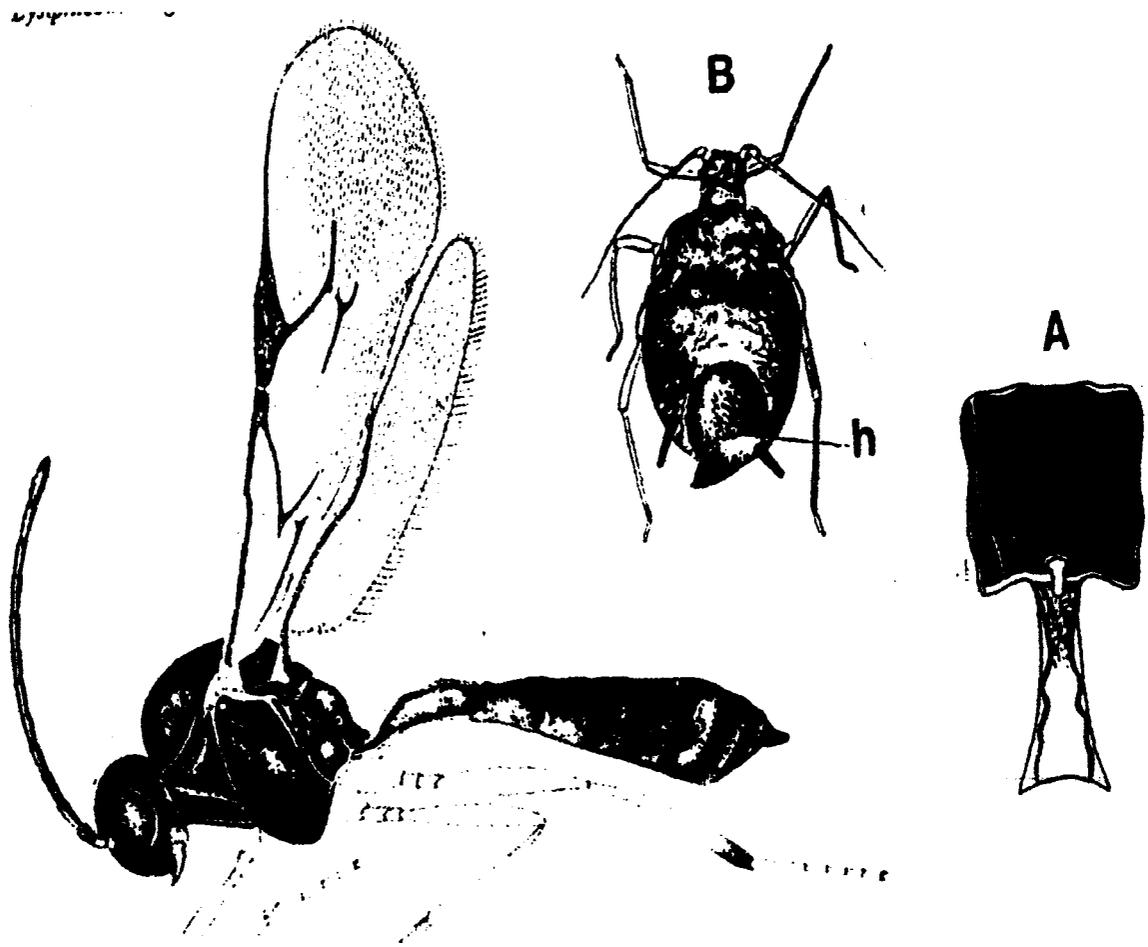


Fig.17 A-2. Estructura de *Lysiphlebus testaceipes*.

A= propodeo sin carenas; B= su exoesqueleto forma una "momia" redonda; h=Hueco circular en el dorso de la "momia". Tomado de Cave (1995).

