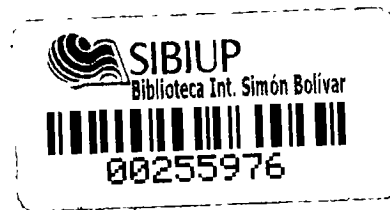


UNIVERSIDAD DE PANAMA
VICERRECTORIA DE INVESTIGACION Y POSTGRADO

MAESTRIA EN ENTOMOLOGIA



DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE BUSQUEDA DE *LYSIPHLEBUS*
TESTACEIPES* (HYMENOPTERA:APHIDIIDAE) SOBRE *APHIS GOSSYPII
(HOMOPTERA:APHIDIDAE)

Por:

JOSE MIGUEL SERMEÑO CHICAS

PANAMA, REPUBLICA DE PANAMA

1996

T.M. ✓

**DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE BUSQUEDA DE *LYSIPHLEBUS*
TESTACEIPES (HYMENOPTERA:APHIDIIDAE) SOBRE *APHIS GOSSYPII*
(HOMOPTERA:APHIDIDAE)**

7 NOV 1996

TESIS

**Sometida para optar al título de Maestro en Ciencias con especialización en
Entomología Agrícola.**

Ob. del autor

VICERRECTORIA DE INVESTIGACION Y POSTGRADO

**Permiso para su publicación y reproducción total o parcial, debe ser obtenido en la
Vicerrectoria de Investigación y Postgrado.**

Aprobado

[Handwritten signature]

Asesor

[Handwritten signature]

Jurado

[Handwritten signature]

Jurado

289305

AGRADECIMIENTO

A Dios todopoderoso, por haberme permitido culminar con éxito mis estudios

Al Doctor Cheslavo Korythowski, por su valioso asesoramiento, además por impulsar el desarrollo de trabajos en equipo y sobre todo por el desprendimiento y gran dedicación que siempre mostró al transmitir sus conocimientos

A los Doctores Héctor Barnos y Diego Navas, por las observaciones y sugerencias en mejora del trabajo final

A Edilda Castroverde y José Luis Justavino, con quienes se formó un equipo de trabajo que permitió el desarrollo de las investigaciones en Control Biológico de áfidos llevadas a cabo en la Universidad de Panamá

Al Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD), por darme la oportunidad de realizar los estudios de Maestría y en especial al personal regional en Costa Rica por la excelente atención a los becarios

Al Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, por brindarme las facilidades de acceso de todos los recursos bibliográficos en la biblioteca.

A todas las personas que de una u otra manera hicieron posible la realización de la investigación

DEDICATORIA

A mi Madre y hermanos como muestra de mi más profundo amor.

También dedico este trabajo al Maestro Leopoldo Serrano Cervantes, quien influyó en mi formación en el campo de la investigación.

CONTENIDO

	Página
Resumen	1
Summary	1
CAPITULO I INTRODUCCION	2
CAPITULO II REVISION BIBLIOGRAFICA	4
CAPITULO III MATERIALES Y METODOS	11
1. Ubicación y caracterización del área de trabajo	11
2. Producción de plantas libres de insectos	11
3. Mantenimiento de colonias de <i>Aphis gossypii</i>	12
4. Mantenimiento de colonias de <i>Lysiphlebus testaceipes</i>	13
5. Producción de parasitoides de edad conocida	15
6. Marcado de los parasitoides	15
7 Pruebas de capacidad de búsqueda	17
8. Conducta parasitaria de <i>Lysiphlebus testaceipes</i>	19
9. Procesamiento de la información obtenida	19
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSION	20
1. Pruebas de capacidad de búsqueda	20
1.1. Influencia del número de plantas	20
1.2. Influencia de la temperatura y la humedad relativa	27
1.3. Influencia de la distancia de liberación	30
1.4. Influencia del porcentaje de infestación de <i>Aphis gossypii</i>	33
1.5. Influencia del número de colonias de <i>Aphis gossypii</i>	39
1.5.1. Colonias de <i>Aphis gossypii</i> en cien plantas	39
1.5.2. Colonias de <i>Aphis gossypii</i> en doscientas plantas	42
1.5.3. Colonias de <i>Aphis gossypii</i> en trecientas plantas	44

2 Conducta parasitaria de <i>Lysiphlebus testaceipes</i>	47
CONCLUSIONES	51
BIBLIOGRAFIA	53
APENDICE	62

Cuadro XIV.	Influencia de diferentes variables en el comportamiento de <i>L. testaceipes</i> en trecientas plantas	45
Cuadro XV	Conducta parasitaria de <i>L. testaceipes</i> durante una hora de exposición a colonias de 30 áfidos de estadio III	50

INDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Instalaciones utilizadas para reproducir los insectos	11
Figura 2	Remoción de insectos indeseables	12
Figura 3.	Afidos parasitados	13
Figura 4.	Cámaras de recuperación	14
Figura 5.	Alimentación de los parasitoides	14
Figura 6	Producción de parasitoides de edad conocida	15
Figura 7	Proceso de marcado de los parasitoides	16
Figura 8	Parasitoide marcado	16
Figura 9	Distribución de las plantas de berenjena	17
Figura 10	Plantas de berenjena conteniendo áfidos parasitados	18
Figura 11	Linea de regresión del número de plantas versus en tiempo de búsqueda de <i>L. testaceipes</i>	22
Figura 12	Linea de regresión del número de plantas versus el número de “momias” por colonia de <i>A. gossypii</i>	23
Figura 13	Linea de regresión del tiempo de búsqueda de <i>L. testaceipes</i> versus el número de “momias” por colonia de <i>A. gossypii</i>	24
Figura 14.	Linea de regresión del tiempo de búsqueda de <i>L. testaceipes</i> versus el total de adultos emergidos por colonia de <i>A. gossypii</i>	25
Figura 15	Linea de regresión del número de plantas versus el total de <i>L. testaceipes</i> adultos emergidos por colonia de <i>A. gossypii</i>	25
Figura 16.	Linea de regresión del número de plantas versus el número de <i>L. testaceipes</i> machos adultos emergidos por colonia de <i>A. gossypii</i>	26
Figura 17.	Linea de regresión del tiempo de búsqueda de <i>L. testaceipes</i> versus el número de machos adultos emergidos por colonia de <i>A. gossypii</i>	26

Figura 18	Lineas de regresión de la temperatura versus el número de hembras de <i>L. testaceipes</i> emergidas por colonia de <i>A. gossypii</i>	28
Figura 19.	Linea de regresión de la temperatura versus el número total de <i>L. testaceipes</i> emergidos por colonia de <i>A. gossypii</i>	29
Figura 20	Linea de regresión de la humedad relativa versus el tiempo de búsqueda de <i>L. testaceipes</i>	30
Figura 21	Linea de regresión de las distancias de liberación versus el tiempo de búsqueda de <i>L. testaceipes</i>	32
Figura 22	Linea de regresión del porcentaje de infestación de <i>A. gossypii</i> versus en tiempo de búsqueda de <i>L. testaceipes</i>	35
Figura 23	Linea de regresión del porcentaje de infestación de <i>A. gossypii</i> versus el número de “momias” por colonia de áfidos	37
Figura 24	Linea de regresión del porcentaje de infestación de <i>A. gossypii</i> versus el total de <i>L. testaceipes</i> adultos emergidos por colonia de áfidos	38
Figura 25	Linea de regresión del porcentaje de infestación de <i>A. gossypii</i> versus el número de machos adultos de <i>L. testaceipes</i> emergidos por colonia de áfidos	38
Figura 26	Linea de regresión del número de colonias de <i>A. gossypii</i> versus en tiempo de búsqueda de <i>L. testaceipes</i> en cien plantas	41
Figura 27.	Linea de regresión del número de colonias de <i>A. gossypii</i> versus el tiempo de búsqueda de <i>L. testaceipes</i> en doscientas plantas	43
Figura 28.	Linea de regresión del número de colonias de <i>A. gossypii</i> versus el tiempo de búsqueda de <i>L. testaceipes</i> en trecientas plantas	45
Figura 29	Linea de regresión de la temperatura versus el número de hembras de <i>L. testaceipes</i> emergidas por colonia de <i>A. gossypii</i>	46
Figura 30	Parasitoide “atacando” una exuvia de <i>A. gossypii</i>	48

RESUMEN

La capacidad de búsqueda de *Lysiphlebus testaceipes* sobre *Aphis gossypii* fue estudiada, entre junio de 1995 a julio de 1996, resultando que por cada unidad de incremento en el número de plantas de berenjena *Solanum melongena*, el tiempo de búsqueda del parasitoide se incrementó en 0.81 minutos ($r=0.8332$; $p<0.050$), resultando un menor número de "momias" y total de adultos/avispa, debido a una disminución de 0.23 machos por cada hora de aumento en el tiempo de búsqueda ($r=0.2989$; $p<0.050$). La progenie de hembras únicamente fue afectada significativamente por efectos de la temperatura, existiendo un incremento de 0.16 hembras por cada grado centígrado de aumento en la temperatura ($r=0.1985$; $p<0.050$). Se dió un aumento de 3 minutos en el tiempo de búsqueda por cada unidad de incremento en el porcentaje de humedad relativa ($r=0.1844$; $p<0.050$). Por cada unidad de aumento en la distancia de liberación del parasitoide, su tiempo de búsqueda se incrementó 27 minutos ($r=0.3262$; $p<0.050$). Los incrementos en el porcentaje de plantas infestadas por *A. gossypii* influyeron significativamente con aumentos en el número de "momias" ($r=0.1955$; $p<0.050$) y total de adultos ($r=0.2179$; $p<0.050$) descendientes/avispa hembra. *L. testaceipes* fue capaz de encontrar y parasitar áfidos en densidades tan bajas (una colonia en 300 plantas), teniendo una avispa hembra la capacidad de "atacar" hasta 25 áfidos en 7 minutos. Durante 60 minutos de exposición, el número promedio de "ataques" fue mayor en las colonias de áfidos no parasitadas previamente (36.08 "ataques"), en comparación con las colonias previamente parasitadas (6.75 "ataques"), resultando un promedio del 30.57% y 36.93% de "momias" por colonia de 30 áfidos de estadio III respectivamente.

SUMMARY

The searching capacity of *Lysiphlebus testaceipes* upon *Aphis gossypii* was studied from June 1995 to July 1996; for each egg plant unit increase of *Solanum melongena*, increased the searching time of parasitoid in 0.81 minutes ($r=0.8332$; $p<0.050$), with a lesser number of "mummies" as well as wasp/adults, due to a decreasing of 0.23 ($r=0.2989$; $p<0.050$) in the number of males per hour resulted in a fewer number of "mummies" as well or adult wasps. The temperature was the only factor significantly affecting the number of hatching females, resulting in an increase of 0.16 females per degree centigrade ($r=0.1985$; $p<0.050$). The searching time increased in 3 minutes ($r=0.1844$; $p<0.050$) for every unit of relative humidity increased, while the increase of the distance of release of the parasitoid resulted in an increase of 27 minutes in the searching time ($r=0.3262$; $p<0.050$). The increase in number of plants infested by *A. gossypii* increase of the number of "mummies" ($r=0.1955$; $p<0.050$) and resulted in an the total of adult wasps ($r=0.2179$; $p<0.050$) of the wasps. *L. testaceipes* can search and parasite aphids in densities as low non previously as one colony in 300 plants; one female wasp can "attack" 25 aphids in 7 minutes. When the aphids were exposed to the wasps for 60 minutes, the total number of "attacks" were greater in non previous parasited aphid colonies (36.08 "attacks") than in previously parasited colonies (6.75 "attacks"), with a mean of 30.57% and 36.96% of "mummies" per 30 aphids colony of third instar, respectively.

CAPITULO I
INTRODUCCION

INTRODUCCION

Aphis gossypii es un insecto cosmopolita que transmite más de 50 virus fitopatógenos, incluyendo los virus no persistentes del frijol, crucíferas, cucurbitáceas, lechuga, cebolla, ají, soya, papaya, etc. y los virus persistentes de la antocianosis del algodón, mosaico del chícharo, etc., reportándose además la resistencia a productos químicos como los organofosforados, carbamatos y piretroides.

El efecto de los enemigos naturales de áfidos sobre la transmisión de virus es difícil de evaluar. Muchos estudios sobre enemigos naturales concluyen que los parasitoides tuvieron poco efecto sobre los áfidos, pero estos estudios se han realizado sobre infestaciones altas, es decir, donde obviamente el control biológico es poco exitoso. Por otro lado, hay muchos casos de infestaciones de áfidos que son la secuela de la destrucción de los enemigos naturales que, por lo general, limitan de manera aceptable las poblaciones de áfidos.

Las poblaciones pequeñas de áfidos, por lo general presentan menor proporción de alados que las colonias grandes, así cualquier factor que mantenga las poblaciones bajas puede ser benéfico en cuanto a lo relacionado con la transmisión de virus. Otra situación que puede favorecer es la presencia de parasitoides que “ataquen” muchas especies de áfidos en diferentes plantas hospederas, teniendo en este caso gran importancia en el control biológico el manejo de la vegetación silvestre o espontánea, dado que, en ellas, se pueden mantener poblaciones de áfidos afines a los que se desea controlar, pero que no afecten a los cultivos, y de esta forma, puedan servir de hospedadores para algunas especies de parasitoides, en tal sentido la capacidad de búsqueda de un enemigo natural es probablemente más importante que su fecundidad si se controlan pequeñas poblaciones de áfidos cuando se está estableciendo el cultivo o cuando aparecen las primeras infestaciones de la plaga.

En términos generales los parasitoides son más eficaces que los depredadores en el control de una especie particular, es así que *Lysiphlebus testaceipes* es reportado como uno de los candidatos en programas de control biológico de *A. gossypii* (van Steenis, 1992 y 1994), el cual se ha reportado parasitando más de 29

especies de áfidos en diferentes plantas hospederas (Pike *et al* , 1996), siendo dicho parasitoide probablemente originario de Norte y Centroamérica (Mackauer y Stary ,1967 En van Steenis, 1994)

Con el trabajo que aquí se describe se pretende estudiar la capacidad de búsqueda de *Lysiphlebus testaceipes* sobre *Aphis gossypii*, presente en plantas de *Solanum melongena* en diferentes porcentajes de infestación de dicha plaga, contribuyendo de esta manera al desarrollo de técnicas alternativas de control de áfidos dentro de un enfoque de manejo integrado, a través del estudio y aprovechamiento de los agentes de su control biológico nativo

CAPITULO II
REVISION BIBLIOGRAFICA

REVISION BIBLIOGRAFICA

Beardsley (1961 En Hages y van den Bosch, 1968) reporta que *Lysiphlebus testaceipes* fue introducido a Hawaii en 1923, encontrándose posteriormente parasitando a varias especies de áfidos (*A. gossypii*, *A. maidis*, *A. craccivora*, *A. sacchari*) Stary *et al* (1975), mencionan su introducción de Cuba a Francia en 1973 para reducir las poblaciones de áfido en cítricos, Melia (1993) y Cecilio (1994), señalan que en 1977 fue detectado en Italia, y para los años 1982 y 1985 en España y Portugal respectivamente. Melia (1989), afirma que la disminución de las poblaciones del áfido *Toxoptera auranti* en las áreas citrícolas españolas fue atribuido a la aclimatación de este parasitoide, además *L. testaceipes* parasita a casi todos los áfidos más importantes que infestan a dichos arboles en España (Michelena *et al.*, 1994) Esta avispa fue introducida en Australia (Carver 1984, En van Steenis, 1994).

Hagen y van den Bosch (1968), enfatizan que las especies de plantas hospederas pueden influenciar la aceptación de los áfidos por los parasitoides Sekhar (1960 En Hagen y van den Bosch, 1968), estableció que cuando *L. testaceipes* era colocado con *A. gossypii* en colonias mixtas en *Hibiscus* y calabaza, y con *Mysus persicae* en colonias mixtas en tabaco y rábano, éste prefirió “atacar” *A. gossypii* en calabaza y *M. persicae* en tabaco Se ha prestado especial atención a la coevolución de los áfidos y sus plantas hospederas, de modo tal que la asociación planta hospedera-áfido ayuda en la clasificación de los Aphididae (Hille Ris Lambers, 1950 En Hagen y van den Bosch, 1968), de tal modo no es raro que los hábitat sean ocupados por complejos determinados de áfidos y sus parasitoides afines. Hagen y van den Bosch (1968), hacen una advertencia al decir que un agente biótico puede tener fuerte efecto sobre una población de áfidos y sin embargo tener poco o nada de impacto económico, porque el bajo número de hospederos sobrepasa el umbral económico (como ejemplo un vector de enfermedades virales) Hay casos en los cuales los factores bióticos de mortalidad juegan un rol muy importante en el control de especies de áfidos que se presentan en plantas hospederas que no tienen valor económico, de esta manera no existe un impacto económico directo En base a esto Stary (1991), afirma que el efecto de las especies alternativas o hospederos de enemigos naturales parece ser un tópico de investigación crecientemente importante

en el manejo integrado de plagas Tizano *et al* (1992) consideran que “el manejo de las plantas silvestres o espontáneas puede ser de gran interés en el control biológico, dado que, en ellas, se pueden mantener poblaciones de áfido afines a las que se desea controlar, pero que no afecten a los cultivos, y de esta forma, puedan servir de hospedadores para algunas especies de parasitoides cuando las poblaciones sobre los cultivos sean escasas” En tal sentido las condiciones necesarias para que una especie vegetal pueda ser utilizada como reservorio de parasitoides de áfidos, son básicamente: 1) que la especie no compita con las plantas cultivadas por los recursos del agrosistema, 2) que no constituya un hospedero habitual o alternativo para las especies plagas de los cultivos, 3) que las especies de insectos que viven en ella tengan las mismas especies de parasitoides que los que producen plaga en las plantas cultivadas que se pretenden proteger

Hagen y van den Bosch (1968), mencionan que varios autores han determinado que los insecticidas ayudan a disminuir las pérdidas producidas por los áfidos a los cultivos, pero los químicos tienen un efecto únicamente temporal y el uso de insecticidas no selectivos puede agravar el problema de dicho insecto. Según Paddock (1991) En van Steenis y El-Khawass, 1995), *A. gossypii* es un problema importante en varios cultivos, su primer reporte como una plaga fue en una finca de algodón en 1854 en Carolina del Sur, Estados Unidos. Guldemond *et al* (1994), estiman que *A. gossypii* parece ser una especie que comprende distintos genotipos que varían con respecto a su habilidad para reproducirse, y en alternancia y preferencia de hospederos. Esto permite entender su potencial evolucionario para adaptarse a plantas hospederas inusuales, por lo que existe un gran potencial para incrementar el número de plantas cultivadas atacadas. Blackman y Eastop (1984) En Aldyhum y Khali, 1993), reportan que *A. gossypii* transmite más de 50 virus a plantas; además, Furk y Hines (1993), encontraron que tal insecto es altamente resistente a insecticidas selectivos. Rangai *et al* (1996), determinaron en estudios recientes que dicho áfido incrementa su capacidad reproductiva en un 28% cuando se realizan aplicaciones de Pirimicarb en semillas de papa.

Young y Teetes (1977), hacen saber que entre las áreas de necesidades más grandes está el establecimiento y refinamiento de niveles de umbrales económicos para eliminar los tratamientos de insecticidas

innecesarios, para ganar los máximos beneficios de los otros componentes del manejo integrado de plagas. Esto requiere acercamiento interdisciplinario, problemas dirigidos y el manejo integrado basado en principios ecológicos seguros. King *et al* (1985), reportan que cultivares de sorgo resistentes a *Schizaphis graminum* han sido utilizados como la mejor estrategia de control en comparación con el control químico y el biológico. Sin embargo con el surgimiento de un nuevo biotipo de la plaga (Biotipo E) que atacó exitosamente los híbridos de sorgo resistentes, sugiere la necesidad de incorporar nuevos genes de resistencia a las plantas, por tanto el control de áfidos con insecticidas en este cultivo continuó despreciando el uso de variedades resistentes. Así mismo, Gilstrap y McKinnon (1988), afirman que las estrategias de control del áfido *Diuraphis noxia* (detectado por primera vez en Texas en 1986, infestando trigo y cebada), se centró en aplicaciones aéreas de insecticidas, conociéndose muy poco el valor de los enemigos naturales. Sin embargo en los dos casos anteriores no se menciona el uso de umbrales económicos para la aplicación de medidas de control en dichas especies de áfidos. Hagen y van den Bosch (1968), consideran que a manera de tomar ventaja de la presión ambiental que están constantemente siendo ejercida contra los áfidos, se hace necesario aprender más acerca de sus enemigos naturales. Chen *et al* (1991), encontraron que la no aplicación de insecticidas para el control de *A. gossypii* durante la temporada temprana del algodón, ayudaba a que poblaciones de enemigos naturales se desarrollen en esos áfidos, proporcionando mejor control de las plagas durante temporadas media y tardía del cultivo, dichos autores también comprobaron que la no aplicación de insecticidas para el control de dicho insecto en la temporada temprana del cultivo, no tenía efecto negativo en la floración, fructificación y rendimiento de las plantas, considerando tal medida una buena estrategia en el manejo integrado de las plagas del algodonoero.

Gilstrap *et al* (1984), desarrollaron un estudio con el objeto de encuestar todas las regiones productoras de sorgo en Texas y determinar la distribución geográfica de los hiperparasitoides y parasitoides primarios asociados con los áfidos que infestan dicho cultivo, reportando que *L. testaceipes* era indudablemente el parasitoide primario más común, el cual según Cave (1995), está distribuido en América Central, Sur América y Norte América.

Carroll y Hoyt (1986), presentan una pequeña clave de inmaduros para separar al género *Lysiphlebus* de otros géneros. Para el mismo año, Marsh *et al.* (1986), publicaron un manual para la identificación de adultos Braconidae, incluyendo a *Lysiphlebus*. Posteriormente O'Donnell (1989), examinó la morfología y taxonomía del primer estadio larval de 25 especies de 11 géneros de parasitoides primarios de áfidos, incluyendo claves taxonómicas para su identificación. Cave (1995), presenta un breve diagnóstico del adulto *L. testaceipes*

Rice y Wilde (1988), encontraron que en ausencia de enemigos naturales, las poblaciones de *S. graminum* (Biotipo C) en sorgo y trigo aumentaban en 10-80 veces a un intervalo de dos semanas. Webster y Phillips (1912 En Rice y Wilde, 1988) así como Walker *et al.* (1973), sostienen que *L. testaceipes* es el enemigo natural más importante en bajar las poblaciones de dicho áfido. Más sin embargo, liberaciones inoculativas de *L. testaceipes* en plantas de sorgo en Texas, no redujeron significativamente las densidades de áfido, aparentemente debido a una pobre tolerancia del parasitoide a las bajas temperaturas (Starks *et al.*, 1975 En Krng y Gilstrap, 1984) Además Gilstrap y McKinnon (1988), determinaron que *L. testaceipes* no está bien adaptado para la búsqueda de áfidos en hojas enrolladas apretadamente, ya que según sus estudios dicho biocontrolador ejerció un bajo control de *Diuraphis noxii* (15% de áfidos "momificados") Por lo tanto *L. testaceipes* restringe su búsqueda a estructuras abiertas de la planta y evita las áreas ocultas (Stadler y Volkl, 1991).

Kouamé y Mackauer (1991), demostraron que el tamaño de la avispa adulta *Ephedrus californicus* se incrementa con el tamaño del áfido hospedero, pero su vitalidad no es afectada, observándose similar número de áfidos "atacados" por el parasitoide, iguales resultados han sido obtenidos con *L. testaceipes* (Hight *et al.*, 1972) y *Aphidius sonchae* (Liu Shu-sheng, 1985). Según Reed *et al.* (1992), la vitalidad de los parasitoides de áfidos puede en algunos casos ser afectada por la resistencia genética (antibiosis) desarrollada en las plantas. Weisser (1994), indica que la baja longevidad de *Lysiphlebus cardui* probablemente se deba a la baja humedad del aire; encontrando dicho autor que los parasitoides "viejos" permanecen más tiempo en las plantas que los "jóvenes",

siendo estos últimos los que “atacan” más áfidos; también el patrón de forrajeo de las hembras de dicha avispa varía con la edad

Van Emden (En Pickett *et al.*, 1992), determinó que los áfidos criados a través de muchas generaciones en medios artificiales, no producen la feromona de alarma para alertar al resto de la colonia por la presencia de enemigos naturales; sin embargo con la adición de acetato al medio artificial se restaura la producción de dicha feromona (Van Emden y Pickett En Pickett *et al.*, 1992) Según Liu Shu-sheng *et al.* (1984), los parasitoides generalmente intentan ovipositar en cualquier estadio del áfido que encuentran. Los áfidos reaccionan con movimientos del cuerpo de un lado a otro. En el caso de áfidos alados, ellos “golpean” a los parasitoides con sus patas y alas. Hight *et al.* (1972), reportan que *S. graminum* alados y parasitados por *L. testaceipes*, volaron fácilmente cuando la avispa se aproximó nuevamente. La reproducción de dichos áfidos declinó a cero, después del segundo o tercer día de haber sido parasitados. Campbell y Mackauer (1975), mencionan que varios autores han observado que los áfidos parasitados en estadios ninfales tempranos mueren antes de alcanzar el estado adulto (reproductivo), sin embargo, cuando el estado adulto es parasitado, produce un número limitado de descendencia antes de sucumbir los efectos del parasitismo.

Wharton (1993), menciona que *L. testaceipes* únicamente parasita áfidos, van Steenis (1992 y 1994), lo reporta como uno de los candidatos en programas de control biológico de *A. gossypii*. Hight *et al.* (1972), considera que dicho Aphidiidae es un buen parasitoide de áfidos debido a las siguientes características: 1) fácilmente “ataca” todas las generaciones de áfidos, 2) reduce o elimina la fecundidad de los áfidos, 3) la emergencia del parasitoide es excelente; 4) adultos viables se desarrollan de todas las generaciones de *S. graminum*, 5) hay una relación alta de hembra a macho, 6) los áfidos alados parasitados son capaces de dispersarse, llevando el parasitoide a una nueva área.

Gross (1993), en su publicación enfatiza que la asistencia de las hormigas a los áfidos puede beneficiar a los parasitoides. 1) los áfidos asistidos con más frecuencia por hormigas tienen defensas estructurales débiles

y probablemente no escapan de la planta cuando son molestados o aproximados por otro insecto, por lo tanto los parasitoides los “atacan” con mayor facilidad; 2) las hormigas usualmente no distinguen entre áfidos parasitados y no parasitados, así parasitoides desarrollados en colonias de áfidos atendidos por hormigas pueden recibir protección en contra de depredadores; 3) en algunos casos extremos los parasitoides pueden “convencer” a las hormigas que ellos son compañeros de madriguera o colonia, induciendo la regurgitación, lo cual ya ha sido observado en tres especies de hormigas del género *Paralipsis*. A pesar de lo expresado anteriormente, Vinson y Scarborough (1991), encontraron que *L. testaceipes* dejó de “atacar” a *Rhopalosiphum maydis*, cuando las hormigas *Selenopsis invicta* fueron establecidas a pocos milímetros, por lo que los parasitoides buscaron a los áfidos en otras partes, incrementando el tiempo de búsqueda.

Tang y Yokomi (1995), confirmaron que para *A. gossypii* la constante térmica es de 312.5 ± 6.5 grados-día. También la relación entre la temperatura y la frecuencia de desarrollo de *L. testaceipes* fue explicada por los mismos autores, mediante la fórmula: $y = -0.0353 + 0.0047T$, con un $r^2 = 0.929$ y una probabilidad de $p = 0.0001$, registrando una constante térmica de 212.8 ± 7.3 grados-día. En estudios realizados por van Steenis (1994), se demostró que para *L. testaceipes* el promedio de fecundidad durante su vida es de 128.2 y 180.0 huevos a 20 °C y 25.0 °C respectivamente, y el desarrollo de huevo-adulto de 12.9 días a 20.0 °C y 9.5 días a 25 °C. Eisler y Pless (1972), encontraron que la pupa de *L. testaceipes* sobrevive almacenada por un mes a 1.8 °C; por lo que un año después Archer *et al.* (1973b), desarrollaron un método para almacenamiento en frío de “momias”, llegando a obtener un aumento del ciclo de vida del parasitoide en 3-4 veces. También Tyler y Jones (1974b), determinaron que “momias” almacenadas a -4.4 °C, -1.1 °C y 3.3 °C por 7 días en refrigeración y transferidas posteriormente a 24.0 °C permiten la emergencia de un alto número de adultos de *L. testaceipes*. En otro estudio Archer *et al.* (1973a), obtuvo una sobrevivencia del 69-72% cuando almacenaron adultos de dicho parasitoide por 14 días a 10 °C, 7.2 °C y 4.4 °C. Estos resultados indican que adultos de *L. testaceipes* pueden ser almacenados por cortos períodos, reduciendo su actividad biológica durante su envío o transporte, obteniendo una mejor sobrevivencia al llegar al lugar de liberación, cuando se recorren largas distancias. En cambio, las “momias” son las que

presentan las mejores condiciones para ser almacenadas en frío por largos periodos de tiempo, para su posterior liberación cuando sea necesaria su utilización (Archer *et al.*, 1973a).

Para Panamá no existen estudios con *L. testaceipes*, más sin embargo se han observado parasitoides Aphidiidae emergiendo de áfidos “momificados” (Quiros, 1988).

CAPITULO III
MATERIALES Y METODOS

MATERIALES Y METODOS

1. UBICACION Y CARACTERIZACION DEL AREA DE TRABAJO

El presente trabajo se desarrolló entre los meses de junio de 1995 y julio de 1996, en el Insectario del Programa de Maestría en Entomología de la Universidad de Panamá, realizando las pruebas de capacidad de búsqueda en un área aledaña a dicho insectario ubicado a una altura de 48 msnm. y coordenadas geográficas con una latitud de 08°58'55" y 79°32'01" de longitud.

Para el mantenimiento de las colonias de áfidos y sus parasitoides se utilizó un área aproximado de 25 m² cubierto con plástico semi-rigido para garantizar protección de la lluvia simulando así un pequeño invernáculo en el cual se distribuyó un total de 7 jaulas, las cuales tenían las dimensiones de 0.60x0.60x0.60 m. Todas las jaulas fueron forradas con tela organdí color blanco (38 líneas por cm.), colocándole a las compuertas mangas de manta para facilitar la manipulación de las plantas y los insectos.



(Fig. 1)

Fig. 1: Instalaciones utilizadas para reproducir los insectos.

2. PRODUCCION DE PLANTAS LIBRES DE INSECTOS

Para la producción de plantas sanas de berenjena (*Solanum melongena*) se utilizaron semilleros que permanecieron alejados del área de estudio para evitar contaminación por insectos fitófagos. Los plantones obtenidos fueron transplantados a envases de "foam" de 16 onzas colocados en una jaula de 4x4 m. por lado,

forrada con tela organdí blanco con una altura en la parte media de 1.80 m. y en los extremos 1.60 m. Cuando se presentaron insectos plagas en los plantones se utilizó el insecticida comercial Ortene II.

Posteriormente una parte de dichas plantas fueron utilizadas para mantener las colonias de áfidos y las generaciones sucesivas de parasitoides; mientras que la otra parte sirvió para realizar las pruebas de capacidad de búsqueda de *Lysiphlebus testaceipes*.

3. MANTENIMIENTO DE COLONIAS DE *APHIS GOSSYPHII*

La producción de gran cantidad de ninfas de áfidos dependió fundamentalmente del mantenimiento de altas poblaciones de adultos del insecto. El sistema operó utilizando 3 jaulas forradas con tela organdí blanco y con dimensiones de 0.60x0.60x0.60 m.

Cuando las plantas de berenjena llegaron a su madurez fisiológica o eran dañadas por insectos extraños, fueron reemplazadas. Las plantas eliminadas se colocaron en bolsas plásticas bien amarradas y se expusieron al sol para evitar la diseminación de insectos y enfermedades.

Periódicamente se cambiaron las plantas viejas por material joven, asegurando de este modo la continua producción de ninfas de áfidos. Cuando ocasionalmente se presentaron insectos extraños dentro de la jaula fueron removidos de ella con la ayuda de un aspirador manual a través de la manga de la jaula evitando así el escape de áfidos alados (Fig. 2).



Fig. 2: Remoción de insectos indeseables.

4. MANTENIMIENTO DE COLONIAS DE *LYSIPHLEBUS TESTACEIPES*

El pie de cría procedió de áfidos colectados en plantas de cítricos ubicadas en las localidades de Sorá, Cerro Campana y en la Granja Experimental de Ciencias Agropecuarias en Tocumen. El material colectado fue colocado en bolsas plásticas y estas a su vez mantenidas en una hielera, para ser llevadas al laboratorio e identificar el material biológico con la ayuda de un estereo-microscopio. Una parte del material fue enviado a los Doctores Paul Hanson y Ronald Cave, con el propósito de su identificación. Los parasitoides utilizados en el presente estudio pertenecían al género *Lysiphlebus testaceipes*, de los cuales algunos ejemplares hembras y machos se depositaron en el Museo de Invertebrados de la Escuela de Biología y en el Programa de Maestría en Entomología de la Universidad de Panamá.

Para mantener una producción continua de parasitoides adultos, la metodología se basó en el método de reproducción de *L. testaceipes* desarrollado en la Universidad de El Salvador (Sermeño, 1992).

En las jaulas conteniendo plantas de berenjena infestadas por áfidos, se colocaron tubos de ensayo conteniendo avispas adultas para ser liberadas e iniciar la parasitación, observándose posteriormente un gran número de "momias" por hoja (Fig. 3). Dichos parasitoides se obtuvieron de cámaras de recuperación construidas de madera con dimensiones de 0.26x0.15x0.17 m.

Se utilizó un total de 16 cámaras de recuperación, las cuales fueron pintadas de negro en su interior, presentando en la parte frontal 2 orificios donde se colocaron tubos de ensayo de 1.5 cm. de diámetro. Las cámaras antes mencionadas permanecieron en el Insectario del Programa de Maestría en Entomología de la



Fig. 3: Afidos parasitados.

Universidad de Panamá, utilizando un cubículo con una temperatura promedio de $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ regulada a través de un equipo de aire acondicionado Panasonic de 1200 B.T.U. (Fig. 4)

Los parasitoides que se mantuvieron en las jaulas conteniendo plantas con sus áfidos, se alimentaron con miel de abeja disuelta en agua en una proporción de 1:10; el alimento fue colocado en las plantas con la ayuda de un pincel N°00 (Fig. 5).



Fig. 4: Cámaras de recuperación.

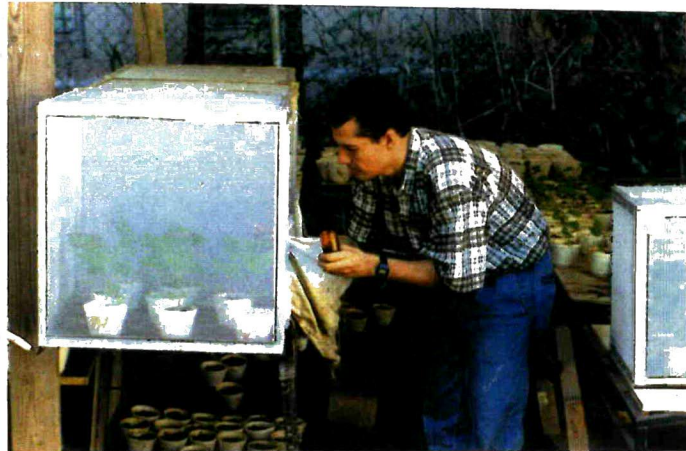


Fig. 5: Alimentación de los parasitoides.

5. PRODUCCION DE PARASITOIDES DE EDAD CONOCIDA

Con el objetivo de utilizar parasitoides jóvenes en las liberaciones, se procedió a confeccionar jaulas cilíndricas de 10 cm. de diámetro y 27.5 cm. de altura, construidas con plástico rígido transparente. Con la ayuda de una banda de hule se fijó al extremo superior del cilindro una malla de tela organdí de color blanco, para evitar el escape de los insectos. (Fig. 6)

Cada jaula fue utilizada para proteger una planta de berenjena conteniendo áfidos. Posteriormente se liberó una avispa por jaula para que ejerciera la parasitación por un período de 24 horas.

Cuando se observó la emergencia de avispas, con la ayuda de un pincel N°00 se depositaron gotas de miel de abeja diluida, con el propósito de alimentar los adultos recién emergidos.



Fig. 6: Producción de parasitoides de edad conocida.

6. MARCADO DE LOS PARASITOIDES

Para poder reconocer las avispas después de ser liberadas, se procedió a realizar un marcado antes de ser utilizadas en las pruebas de capacidad de búsqueda.

Parasitoides de aproximadamente un día de edad previamente apareados y alimentados fueron inmovilizados colocándolos en refrigeración por 5 minutos. Posteriormente las avispas contenidas en tubos de

ensayo fueron retiradas y colocadas en un plato “petri” y observando con el estereoscopio se separaron las hembras seleccionadas con el objetivo de ser identificadas por medio de una marca en la parte dorsal del tórax que fue colocada con la ayuda de un pincel N°000. Como marcador se utilizaron témperas de color rojo, blanco o amarillo.(Fig. 7 y 8)



Fig. 7: Proceso de marcado de los parasitoides.

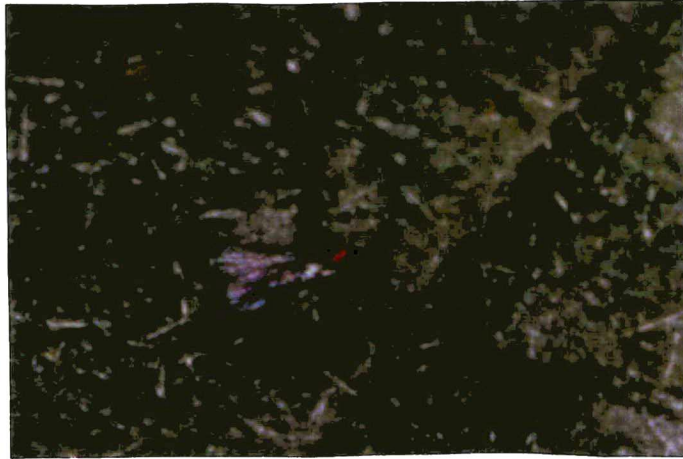


Fig. 8: Parasitoide marcado.

Los parasitoides marcados se transfirieron a tubos de ensayo mantenidos a temperatura ambiente por 20 minutos aproximadamente con el objetivo de observar cualquier daño sufrido durante el proceso de marcado. Transcurrido el tiempo antes mencionado se realizaron las pruebas de capacidad de búsqueda.

7. PRUEBAS DE CAPACIDAD DE BUSQUEDA

Con el propósito de estudiar el comportamiento de *L. testaceipes*, se utilizaron diferentes porcentajes de infestación de la siguiente manera: 1 planta (100% de infestación); 15 plantas (6.67 y 26.67% de infestación); 30 plantas (3.33 y 13.33% de infestación); 100 plantas (1, 4 y 8% de infestación); 200 (0.5, 2 y 4% de infestación) y 300 plantas con porcentajes de infestación del 0.33, 1.33 y 2.67%. Dichos porcentajes estuvieron representados por 1, 4 y 8 colonias de áfidos de estadio III, utilizando colonias de 30 áfidos que fueron instaladas con la ayuda de un pincel N°00.

Las plantas se distribuyeron formando un espiral dentro de una jaula de 4x4 m. construida con tubo PVC y forrada con tela organdí blanca (Fig. 9). El tamaño del espiral varió dependiendo del número de plantas, las cuales presentaron un área foliar aproximado de 395 cm² obtenido de una muestra al azar de 36 hojas tomadas del estrato bajo, medio y alto de dichas plantas.

Cuando la colonia de áfidos se encontraba a 0.3, 1 y 2 m. de distancia, los parasitoides fueron liberados

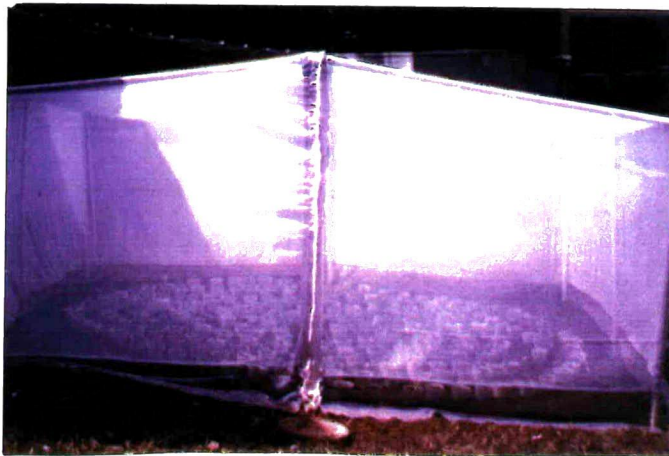


Fig. 9: Distribución de las plantas de berenjena.

al centro del espiral y cuando se utilizaron distancias de 3 y 4 m. las liberaciones se efectuaron en la última planta que formó dicho espiral.

Antes de realizar las liberaciones y una hora después, se tomaron los valores de humedad relativa y temperatura colocando los aparatos registradores al centro del espiral formado por las plantas.

La mayoría de las liberaciones se realizaron entre 7:30 - 9:30 de la mañana, tiempo a partir del cual el parasitoide inició su vuelo y “forrajeo” en busca de sus hospederos.

Con el propósito de reconocer las plantas infestadas con áfidos, los envases conteniendo dichas plantas fueron identificadas con un marcador rojo. Las colonias de áfidos se mantuvieron en observación durante el tiempo de búsqueda de la avispa, con el objetivo de anotar el tiempo de llegada a la colonia. Cuando la avispa inicio la parasitación fue observada cuidadosamente para reconfirmar que se trataba del parasitoide previamente marcado.

Transcurrido el tiempo de parasitación, las plantas conteniendo los áfidos se transfirieron a un cubículo del Insectario del Programa de Maestría en Entomología de la Universidad de Panamá (Fig. 10). En dicho lugar los áfidos estuvieron en observación hasta que “momificaron”, determinándose de esta manera que la emergencia se iniciaba 9 días después de ejercida la parasitación, por lo que 2 días antes de iniciada dicha emergencia, las “momias” fueron separadas de la planta cortando pequeños trozos de material vegetal y transferidos a platos “petri” previamente identificados. Los adultos recuperados de los platos “petri” se preservaron en alcohol 70% para determinar posteriormente el número de hembras y machos con la ayuda de un estereoscopio.



Fig. 10: Plantas de berenjena conteniendo áfidos parasitados.

8. CONDUCTA PARASITARIA DE *LYSIPHLEBUS TESTACEIPES*

Con el objetivo de conocer algunos aspectos acerca del comportamiento de hembras jóvenes de *L. testaceipes*, se procedió a montar un pequeño ensayo utilizando para cada prueba una planta conteniendo en una de sus hojas superiores una colonia de 30 áfidos de estadio III, colocados con la ayuda de un pincel N°00.

El parasitoide de un día de edad, previamente apareado y alimentado fue liberado directamente en dicha colonia que se encontraba a la intemperie. La avispa fue observada durante una hora con el objetivo de anotar el número de veces que “atacó” a los áfidos, dividiendo dicha observación en tiempos de 30 minutos

Un segundo ensayo fue diseñado utilizando colonias de áfidos que tenían 24 horas de haber sido expuestas a una avispa hembra.

Siguiendo la metodología utilizada en las pruebas de capacidad de búsqueda, se recuperó la nueva progenie de adultos los cuales fueron sexados con la ayuda de un estereoscopio. Utilizando un equipo de video se grabó el comportamiento parasitario de *L. testaceipes*.

9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION OBTENIDA

La información resultante de las pruebas de capacidad de búsqueda fueron registradas en hojas de laboratorio preparadas para tal fin. Para el análisis de los datos se transformaron los tiempos de búsqueda del parasitoide de hexadecimal a decimal y utilizando un Procesador Pentium 75 MH y el Programa Statistica ver. 5.0 para Windows 95, se realizaron los análisis de correlación y se graficaron las correlaciones que fueron significativas ($p < 0.050$).

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSION

RESULTADOS Y DISCUSION

1. PRUEBAS DE CAPACIDAD DE BUSQUEDA

La manera por la cual los huéspedes se encuentran, y los muchos factores que determinan la existencia, y el mantenimiento de una relación particular entre huésped- parasitoide se encuentran entre las investigaciones más importantes de la biología de los parasitoides (DeBach, 1965), por lo que el comportamiento de hembras adultas de *L. testaceipes* sobre *A. gossypii* fue estudiado para determinar la influencia de los factores que a continuación se explican. Los datos de resultados representan tiempos en horas y/o minutos, los tiempos mostrados en los cuadros, figuras y en paréntesis (), son valores transformados a centésimas de hora.

1.1. INFLUENCIA DEL NUMERO DE PLANTAS

El efecto que tiene el número de plantas en la conducta parasitaria de *L. testaceipes* sobre áfidos fue estudiada (Cuadro I), determinándose que los tiempos de búsqueda del parasitoide oscilaron entre un mínimo y máximo de 0.04 ± 0.02 horas (0.06 ± 0.04) y 5.22 ± 0.17 horas (5.37 ± 0.28) respectivamente. En las colonias de 30 áfidos, se presentaron valores mínimos de 5.67 ± 2.08 "momias" ($18.90 \pm 6.93\%$ de parasitismo) y un máximo de 12.60 ± 2.70 "momias" ($42.00 \pm 9.00\%$ de parasitismo).

Para determinar la influencia que tiene el número de plantas sobre la capacidad de búsqueda del parasitoide, se desarrollo el análisis de correlación, obteniéndose una asociación significativa. También se encontró diferencias significativas con el número de "momias", machos y total de adultos del parasitoides (Cuadro II)

CUADRO I. Comportamiento de *L. testaceipes* en la búsqueda de *A. gossypii* en diferente número de plantas

Plantas	Distancia liber.(m)	Infestación (%)	Tiempo búsqueda*	Momias	Plantas	Distancia liber (m)	Infestación (%)	Tiempo búsqueda*	Momias
1	0.3	100.00	0.06±0.04	12.60±2.70	200	1	0.50	4.72±0.25	9.00±1.00
1	1	100.00	0.07±0.05	10.00±2.92	200	1	2.00	3.16±0.83	9.33±1.53
15	0.3	6.67	0.13±0.11	10.60±3.85	200	1	4.00	2.71±0.73	8.33±1.53
15	1	6.67	0.16±0.13	9.20±2.28	200	2	0.50	4.54±0.72	9.00±2.00
15	1	26.67	0.11±0.11	9.20±4.49	200	2	2.00	3.51±0.65	9.33±2.08
30	0.3	3.33	0.17±0.16	10.20±1.79	200	2	4.00	2.64±0.32	8.67±3.06
30	1	3.33	0.15±0.14	10.00±3.87	200	3	0.50	4.87±1.67	8.00±2.65
30	1	13.33	0.12±0.10	8.40±2.70	200	3	2.00	3.01±0.58	8.33±0.58
30	2	3.33	0.21±0.16	8.60±3.29	200	3	4.00	2.79±0.66	11.67±1.53
30	2	13.33	0.10±0.09	11.80±3.56	200	4	0.50	4.24±0.75	8.00±1.00
100	0.3	1.00	3.16±0.28	8.33±4.04	200	4	2.00	3.14±0.24	10.67±2.52
100	0.3	4.00	2.33±0.72	7.33±2.08	200	4	4.00	2.63±0.24	7.00±2.65
100	0.3	8.00	1.98±0.47	8.00±2.65	300	0.3	0.33	5.13±0.43	8.33±1.53
100	1	1.00	3.55±0.83	10.00±2.65	300	0.3	1.33	4.60±0.35	9.33±2.52
100	1	4.00	2.87±0.42	8.67±3.06	300	0.3	2.67	3.41±0.49	8.00±2.00
100	1	8.00	2.28±0.25	9.67±4.04	300	1	0.33	5.00±0.50	10.00±4.58
100	2	1.00	2.86±0.49	10.33±1.53	300	1	1.33	3.71±0.75	10.00±4.58
100	2	4.00	2.87±0.37	7.67±3.51	300	1	2.67	3.36±0.44	9.33±2.52
100	2	8.00	2.04±0.49	8.00±2.65	300	2	0.33	5.37±0.28	10.33±3.51
100	3	1.00	3.78±0.42	10.33±3.21	300	2	1.33	5.37±0.28	10.33±3.51
100	3	4.00	2.73±0.30	8.00±1.00	300	2	2.67	3.43±0.54	10.00±3.61
100	3	8.00	2.32±0.43	11.00±2.00	300	3	0.33	5.35±0.65	9.00±5.57
100	4	1.00	3.57±0.85	10.67±2.08	300	3	1.33	5.35±0.65	9.00±5.57
100	4	4.00	2.77±0.23	6.67±2.52	300	3	2.67	3.56±0.42	10.00±1.00
100	4	8.00	2.52±0.33	12.00±2.65	300	4	0.33	4.89±0.60	7.67±2.52
200	0.3	0.50	4.15±0.85	8.67±1.53	300	4	1.33	4.89±0.60	7.67±2.52
200	0.3	2.00	3.61±0.73	5.67±2.08	300	4	2.67	3.62±0.68	7.00±2.65
200	0.3	4.00	2.84±0.43	9.33±2.08					

* Tiempo en centésimas de hora.

CUADRO II. Influencia del número de plantas en el comportamiento de *L. testaceipes*

Las correlaciones marcadas (*) son significativas a $p < 0.050$ N=185 (Eliminándose los datos rechazados)					
Variable	TIEMPO	MOMIAS	HEMBRAS	MACHOS	TOTAL_AD
N_PLANTA	.83 *	-.17 *	-.08	-.29 *	-.20 *

En la figura 11 se muestra que por cada unidad de cambio (incremento) en el número de plantas, el tiempo de búsqueda de *L. testaceipes* aumentó 0.81 minutos (0.01357), obteniéndose una relación lineal directa con una correlación de $r=0.8332$, demostrándonos que aproximadamente el 83.32% de la variación total de los

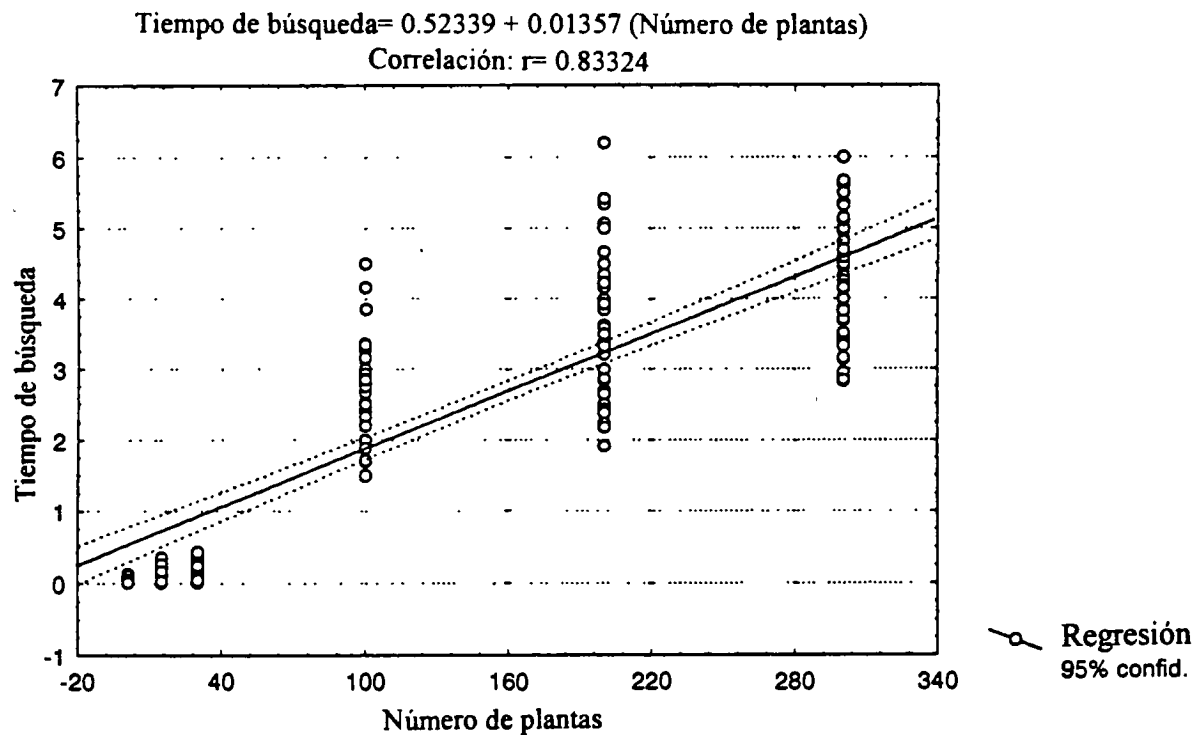


Fig. 11: Línea de regresión del número de plantas versus el tiempo de búsqueda de *L. testaceipes*

tiempos de búsqueda dependen del número de plantas, por lo tanto la relación parasítica del enemigo natural fue afectada debido a la existencia de barreras físicas, en concordancia con lo establecido por DeBach (1965).

El tiempo de llegada de la avispa a la colonia de áfidos se incrementó a medida que se aumentaba el número de plantas, repercutiendo con una disminución en el número de "momias" (Fig 12, 13 y Cuadro III), consecuentemente se obtuvo una menor cantidad del total de adultos (Fig. 14 y 15), lo cual se debió a una disminución significativa en el número de machos (Fig 16 y 17), demostrándose que por cada hora de aumento en el tiempo de búsqueda del parasitoida, la progenie de machos resultantes disminuye en 0.23 individuos, presentando una relación lineal inversa con una asociación del 29.89% entre ambas variables ($r=-0.2989$) (Fig 17).

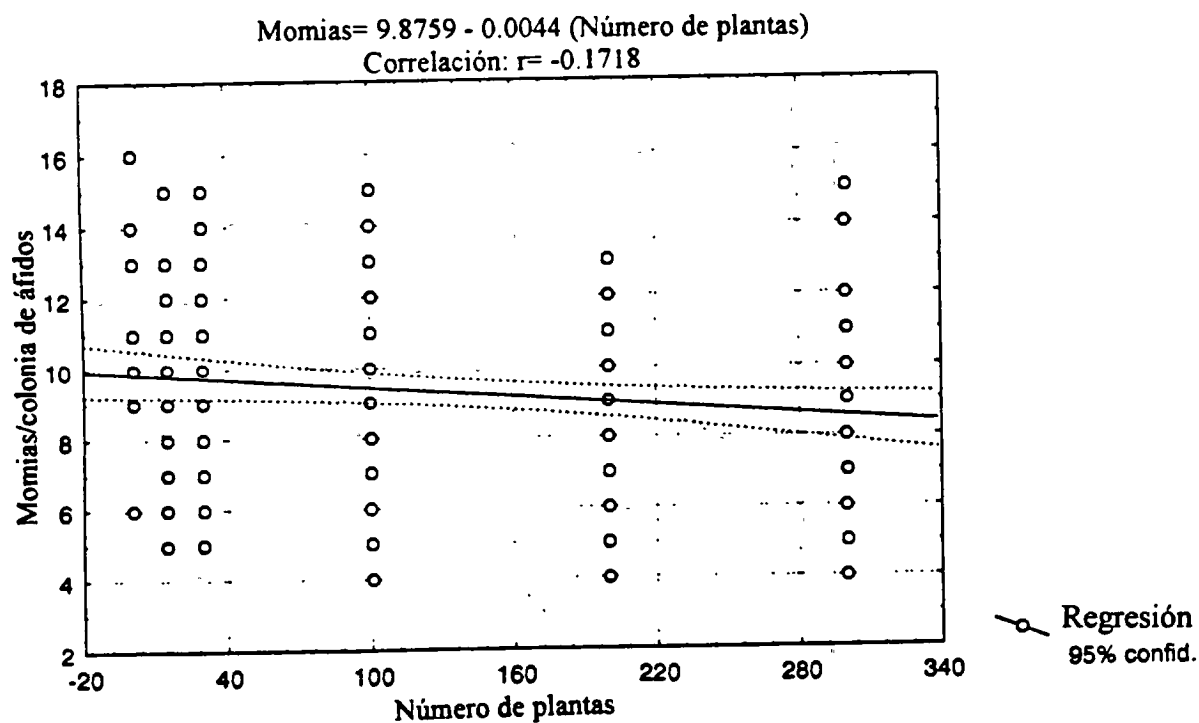


Fig. 12: Línea de regresión del número de plantas versus el número de "momias" por colonia de *A. gossypii*

CUADRO III. Influencia del tiempo de búsqueda de *L. testaceipes* en la descendencia de nuevos individuos

Las correlaciones marcadas (*) son significativas a $p < 0.050$ N=185 (Eliminándose los datos rechazados)				
Variable	MOMIAS	HEMRAS	MACHOS	TOTAL_AD
TIEMPO	-.18 *	-.09	-.30 *	-.20 *

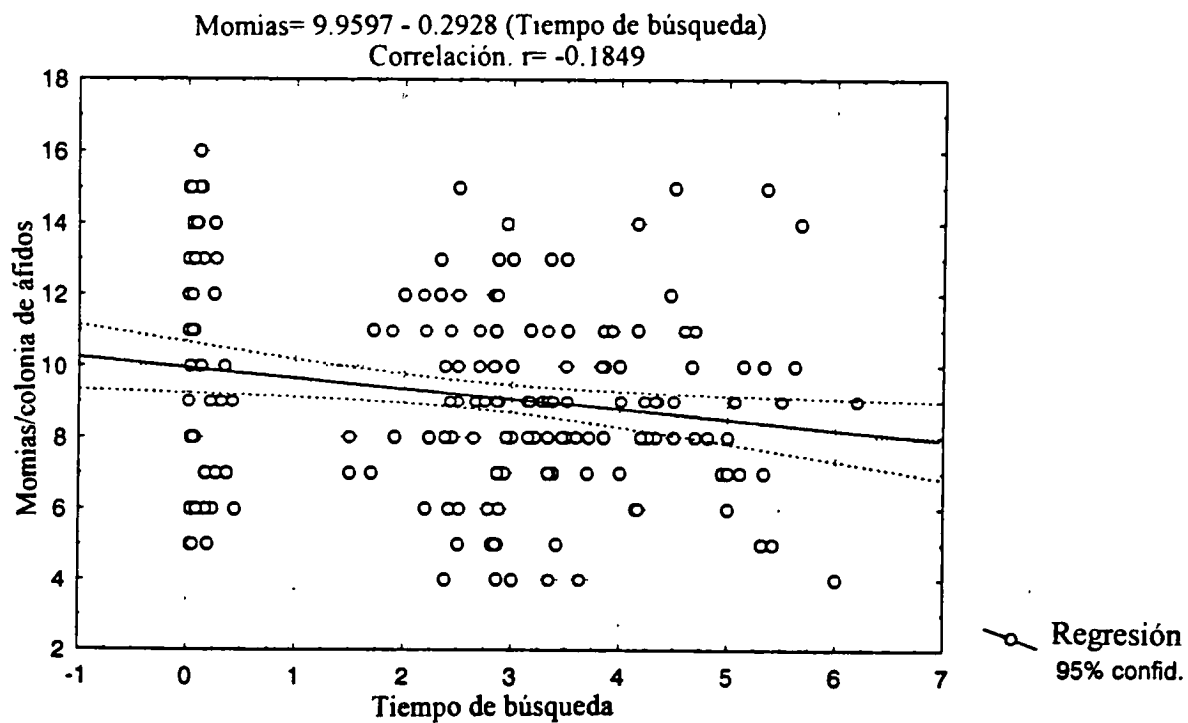


Fig. 13: Línea de regresión del tiempo de búsqueda de *L. testaceipes* versus el número de "momias" por colonia de *A. gossypii*.

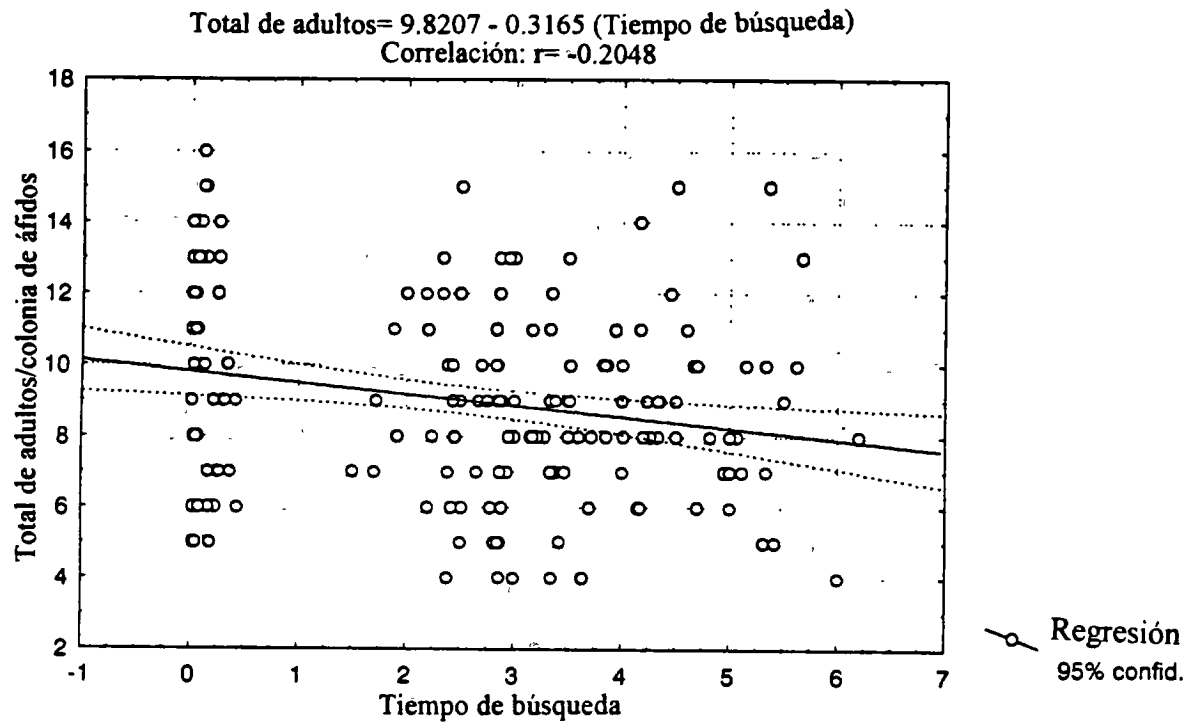


Fig. 14: Línea de regresión del tiempo de búsqueda de *L. testaceipes* versus el total de adultos emergidos por colonia de *A. gossypii*.

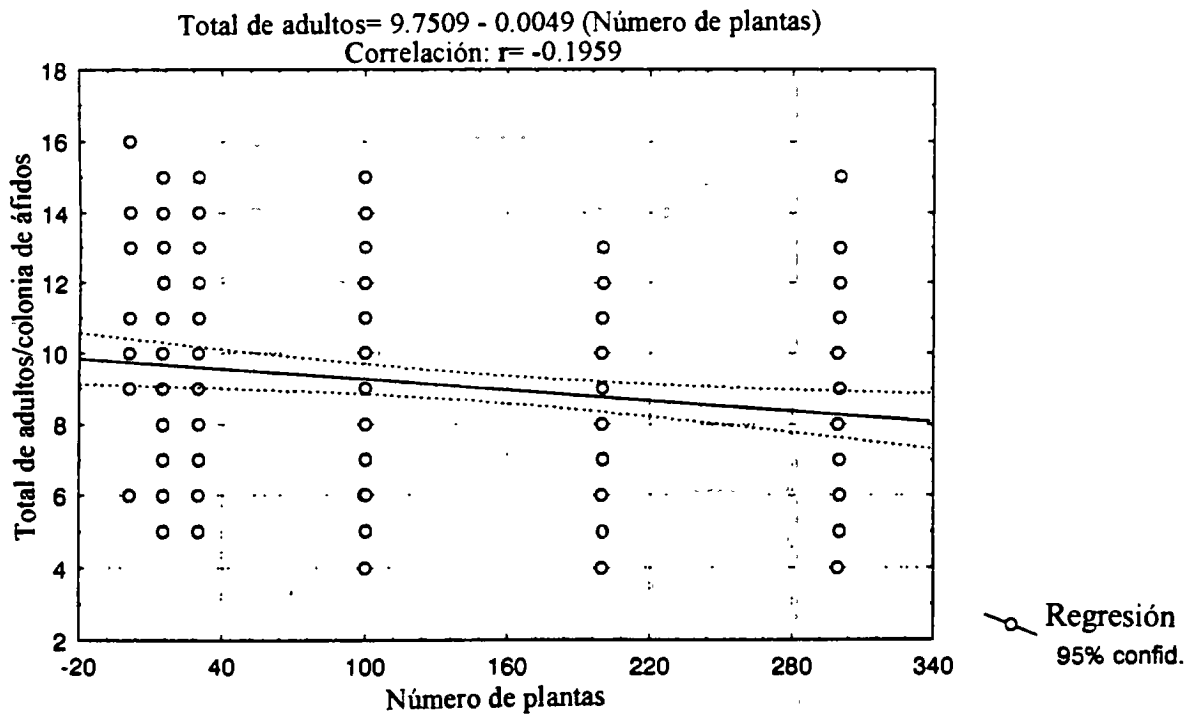


Fig. 15: Línea de regresión del número de plantas versus el total de *L. testaceipes* adultos emergidos por colonia de *A. gossypii*.

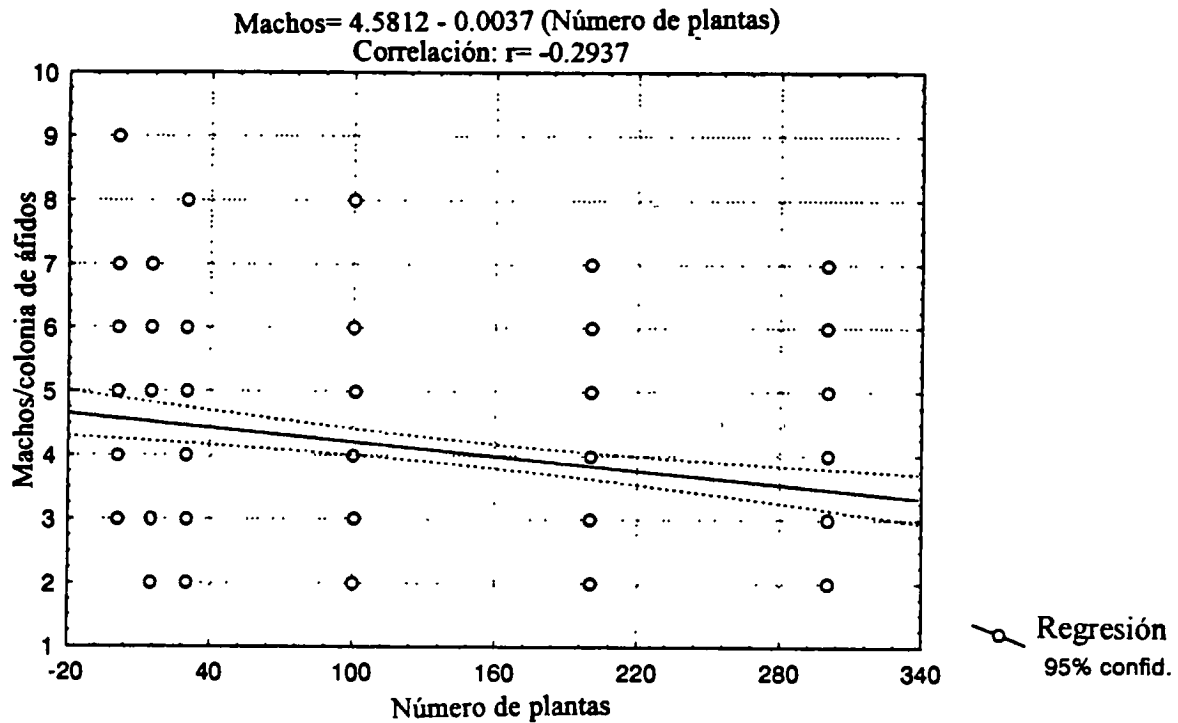


Fig. 16: Línea de regresión del número de plantas versus el número de *L. testaceipes* machos adultos emergidos por colonia de *A. gossypii*

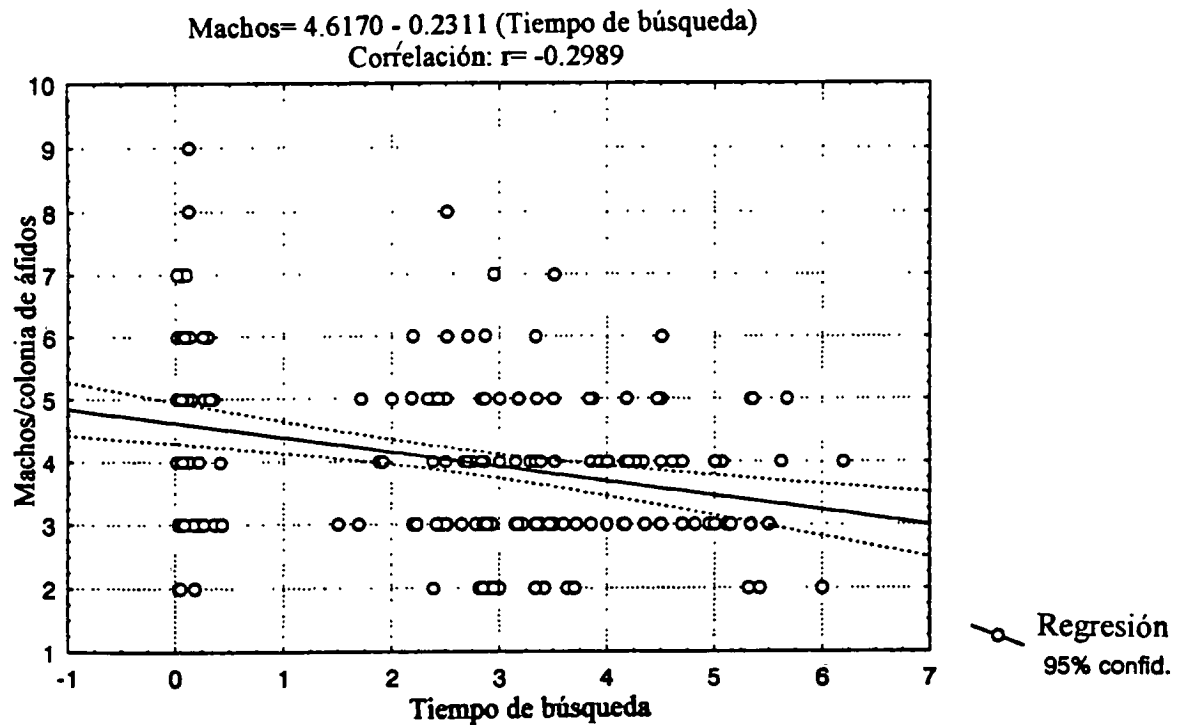


Fig. 17: Línea de regresión del tiempo de búsqueda de *L. testaceipes* versus el número de machos adultos emergidos por colonia de *A. gossypii*.

Es importante hacer notar que la progenie de hembras adultas de *L. testaceipes* no fue afectada significativamente (Cuadro II y III), lo cual es de gran importancia porque son ellas las que producirán las nuevas generaciones de enemigos naturales, ya que según DeBach (1965) son las hembras adultas las encargadas de encontrar y seleccionar el hospedero sobre el cual, o en el cual, su progenie se desarrolla. Además los Aphidiidae son partenogénicos, pero las hembras vírgenes normalmente producen progenes exclusivas de machos. Las hembras sólo se aparean una vez, los machos muchas veces (Hagen y van den Bosch, 1968; Carballo y Quezada, 1987), lo cual implica que la disminución en la cantidad de machos probablemente no afecte la eficiencia de *L. testaceipes* en el control de *A. gossypii* en las condiciones en que se llevo acabo el estudio

1.2. INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y LA HUMEDAD RELATIVA

Las condiciones ambientales a menudo tienen efecto sobre los enemigos naturales (Vinson y Iwantsch, 1980) En el presente estudio las variaciones en la temperatura tuvieron efecto significativo únicamente en el número de hembras (cuadro IV) En base al análisis de correlación se estima que se dió un aumento de 0.16 hembras por cada grado centigrado de incremento en la temperatura, dándonos como resultado una relación lineal directa con una asociación del 19.85% ($r=0.1985$) (Fig 18), consecuentemente el número total de adultos se incrementó con la temperatura (Fig. 19) Este resultado sugiere una ventaja para nuestras condiciones (países

CUADRO IV: Influencia de la temperatura y la humedad relativa en el comportamiento de *L. testaceipes*

Las correlaciones marcadas (*) son significativas a $p<0.050$ N=185 (Eliminándose los datos rechazados)					
Variable	TIEMPO	MOMIAS	HEMBRAS	MACHOS	TOTAL_AD
TEMPERAT.	.14	.14	.20 *	.07	.15 *
HR.	.18 *	-.06	-.08	-.08	-.09

con clima tropical) en las cuales las temperaturas se mantienen altas, por lo que se esperaría un mayor número de hembras (relación hembra:macho), sin embargo es necesario realizar estudios complementarios. Hages y van den Bosch (1968), mencionan que varios autores han determinado que al disminuir la temperatura, la frecuencia de sexo puede inclinarse a más machos; sin embargo Kring y Kring (1988), obtuvieron 69, 66, 66 y 64% de hembras a 12-16, 14-18, 24-28 y 28-32°C respectivamente.

La temperatura no afectó el tiempo de búsqueda, en contraste con la humedad relativa que ejerció un efecto significativo (Cuadro IV). En el análisis para determinar la influencia de este factor se verificó que por cada incremento en el porcentaje de humedad relativa, el tiempo de búsqueda aumentó 3 minutos (0.051), con

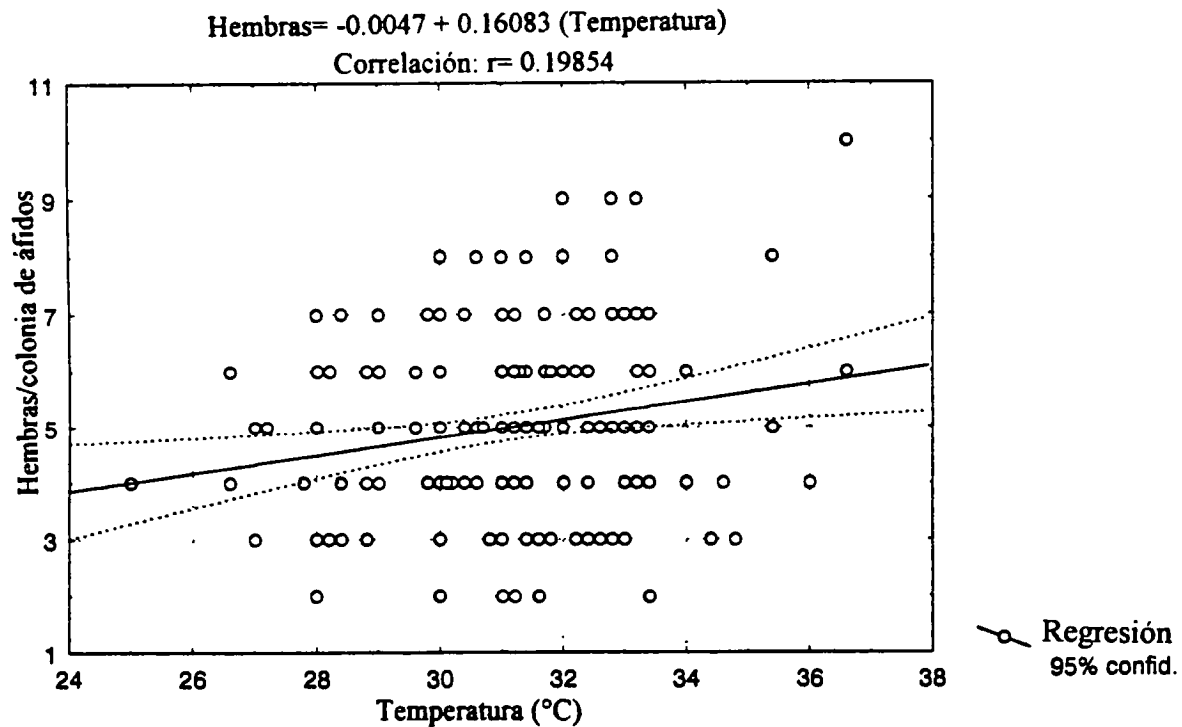


Fig. 18: Línea de regresión de la temperatura versus el número de hembras adultas de *L. testaceipes* emergidas por colonia de *A. gossypii*

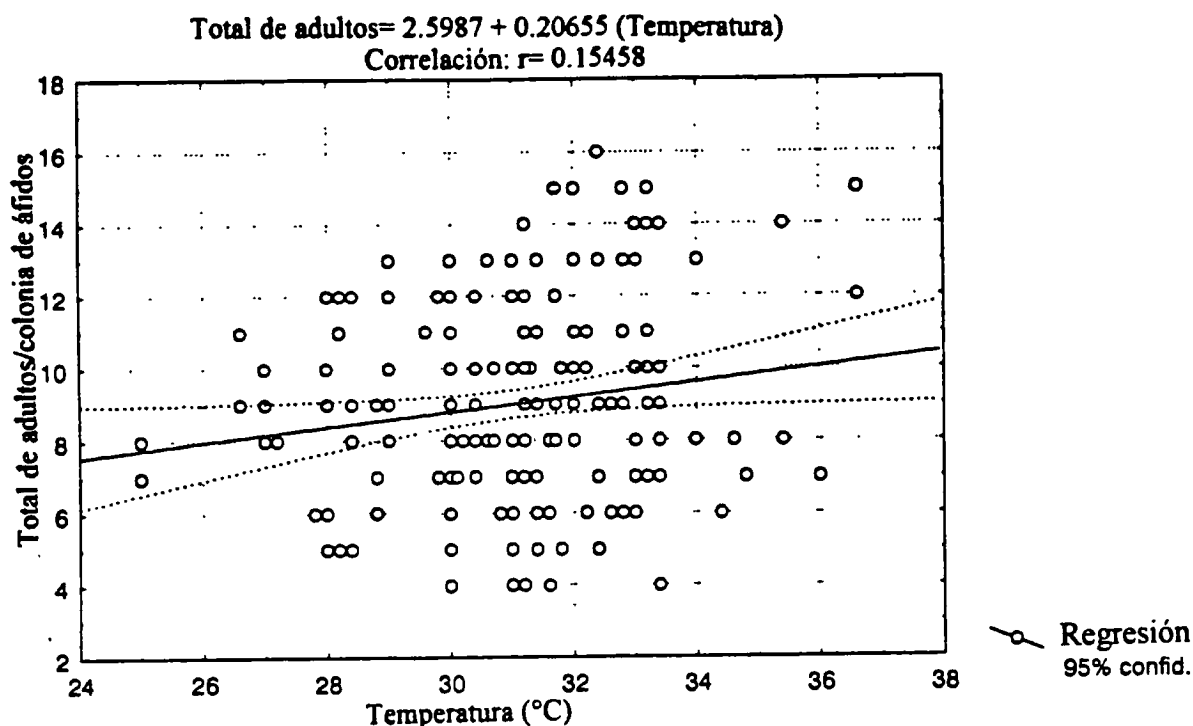


Fig. 19: Línea de regresión de la temperatura versus el número total de *L. testaceipes* emergidos por colonia de *A. gossypii*

una asociación de 18.44% ($r=0.1844$) (Fig 20). Este resultado nos permite asumir que *L. testaceipes* es más eficiente en la búsqueda de sus hospederos en horas secas y soleadas que en horas lluviosas. Según Tyler y Jones (1974a), las temperaturas bajas y las lluvias estorban el desarrollo y la actividad de *L. testaceipes* y así su efectividad en el control de los áfidos; así mismo, Wilden (1981 En: Rice y Wilde, 1988), encontró que la capacidad de búsqueda de dicho parasitoide es limitada por las bajas temperaturas. Consecuentemente, Carroll y Hoyt (1986), reportan que *L. testaceipes* era más prevaeciente durante el verano. Estudios realizados por Tyler y Jones (1974b En: Tyler y Jones, 1974), notaron una disminución en la actividad copulativa a 12.8°C y 18.3°C, sin embargo el éxito de la copulación no fue afectada. Carballo y Quezada (1987), mencionan que los parasitoides Aphidiidae son más activos en días soleados y tibios, es así que en estudios realizados en La Universidad de El Salvador se determinó que *L. testaceipes* "atacó" con más frecuencia los diferentes estadios de *A. gossypii* en horas de luz solar, disminuyendo su actividad al mínimo después de las seis de la tarde (Sermeño, 1992).

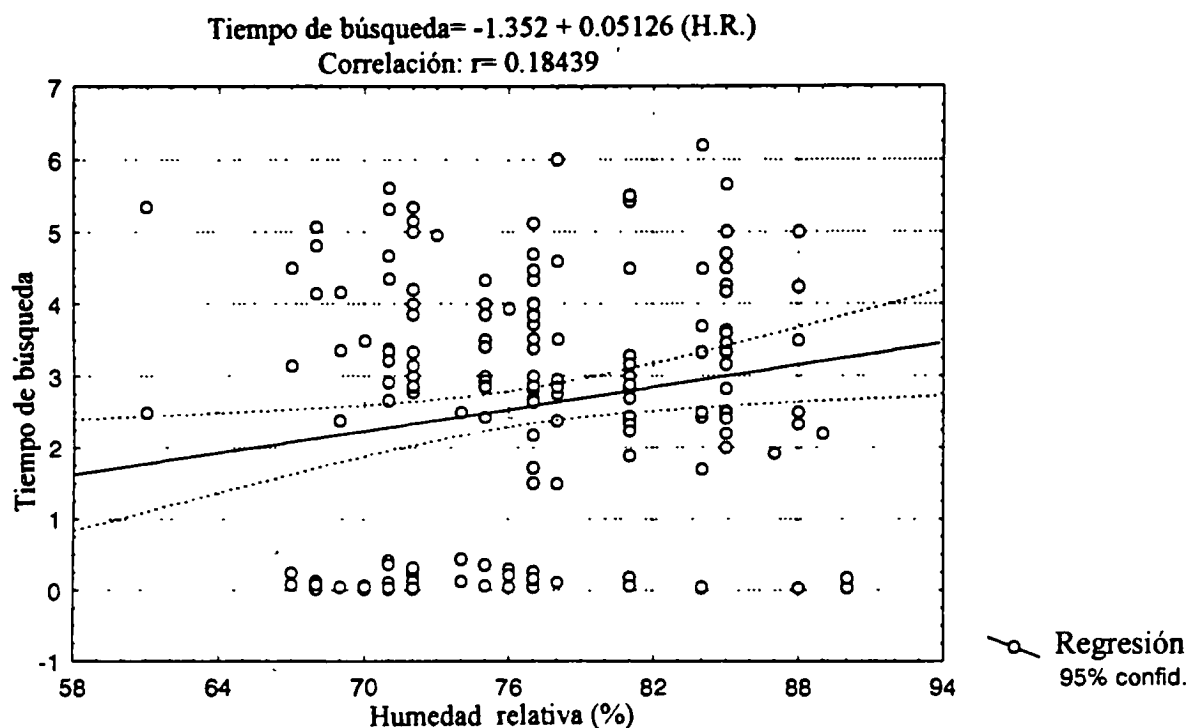


Fig. 20: Línea de regresión de la humedad relativa versus el tiempo de búsqueda de *L. testaceipes*

1.3. INFLUENCIA DE LA DISTANCIA DE LIBERACION

El comportamiento de *L. testaceipes* a diferentes distanciamientos de liberación es mostrado en el cuadro V, a partir del cual se desarrolló el análisis de correlación que muestra una diferencia significativa con los tiempos de búsqueda del parasitoide ($r=0.3262$, $p<0.050$), encontrándose que por cada unidad de incremento en la distancia de liberación, el tiempo de búsqueda se aumentó 27 minutos (0.4447) (Cuadro VI, Fig 21).

CUADRO V: Comportamiento de *L. testaceipes* en la búsqueda de *A. gossypii* en diferentes distanciamientos de liberación.

Distancia liber (m)	Plantas	Infestación (%)	Tiempo búsqueda*	Momias	Distancia liber (m)	Plantas	Infestación (%)	Tiempo búsqueda*	Momias
0.3	1	100.00	0.06±0.04	12.60±2.70	2	100	1.00	2.86±0.49	10.33±1.53
0.3	15	6.67	0.13±0.11	10.60±3.85	2	100	4.00	2.87±0.37	7.67±3.51
0.3	30	3.33	0.17±0.16	10.20±1.79	2	100	8.00	2.04±0.49	8.00±2.65
0.3	100	1.00	3.16±0.28	8.33±4.04	2	200	0.50	4.54±0.72	9.00±2.00
0.3	100	4.00	2.33±0.72	7.33±2.08	2	200	2.00	3.51±0.65	9.33±2.08
0.3	100	8.00	1.98±0.47	8.00±2.65	2	200	4.00	2.64±0.32	8.67±3.06
0.3	200	0.50	4.15±0.85	8.67±1.53	2	300	0.33	5.37±0.28	10.33±3.51
0.3	200	2.00	3.61±0.73	5.67±2.08	2	300	1.33	5.37±0.28	10.33±3.51
0.3	200	4.00	2.84±0.43	9.33±2.08	2	300	2.67	3.43±0.54	10.00±3.61
0.3	300	0.33	5.13±0.43	8.33±1.53	3	100	1.00	3.78±0.42	10.33±3.21
0.3	300	1.33	4.60±0.35	9.33±2.52	3	100	4.00	2.73±0.30	8.00±1.00
0.3	300	2.67	3.41±0.49	8.00±2.00	3	100	8.00	2.32±0.43	11.00±2.00
1	1	100.00	0.07±0.05	10.00±2.92	3	200	0.50	4.87±1.67	8.00±2.65
1	15	6.67	0.16±0.13	9.20±2.28	3	200	2.00	3.01±0.58	8.33±0.58
1	15	26.67	0.11±0.11	9.20±4.49	3	200	4.00	2.79±0.66	11.67±1.53
1	30	3.33	0.15±0.14	10.00±3.87	3	300	0.33	5.35±0.65	9.00±5.57
1	30	3.33	0.12±0.10	8.40±2.70	3	300	1.33	5.35±0.65	9.00±5.57
1	100	1.00	3.55±0.83	10.00±2.65	3	300	2.67	3.56±0.42	10.00±1.00
1	100	4.00	2.87±0.42	8.67±3.06	4	100	1.00	3.57±0.85	10.67±2.08
1	100	8.00	2.28±0.25	9.67±4.04	4	100	4.00	2.77±0.23	6.67±2.52
1	200	1.00	4.72±0.25	9.00±1.00	4	100	8.00	2.52±0.33	12.00±2.65
1	200	4.00	3.16±0.83	9.33±1.53	4	200	0.50	4.24±0.75	8.00±1.00
1	200	8.00	2.71±0.73	8.33±1.53	4	200	2.00	3.14±0.24	10.67±2.52
1	300	0.33	5.00±0.50	10.00±4.58	4	200	4.00	2.63±0.24	7.00±2.65
1	300	1.33	3.71±0.75	10.00±4.58	4	300	0.33	4.89±0.60	7.67±2.52
1	300	2.67	3.36±0.44	9.33±2.52	4	300	1.33	4.89±0.60	7.67±2.52
2	30	3.33	0.21±0.16	8.60±3.29	4	300	2.67	3.62±0.68	7.00±2.65
2	30	13.33	0.10±0.09	11.80±3.56					

* Tiempo en centésimas de hora.

CUADRO VI: Influencia de las distancias de liberación en el comportamiento de *L. testaceipes*.

Las correlaciones marcadas (*) son significativas a $p < 0.050$ N=185 (Eliminándose los datos rechazados)					
Variable	TIEMPO	MOMIAS	HEMBRAS	MACHOS	ADULTOS
DISTANC.	.33 *	-.04	.00	-.09	-.04

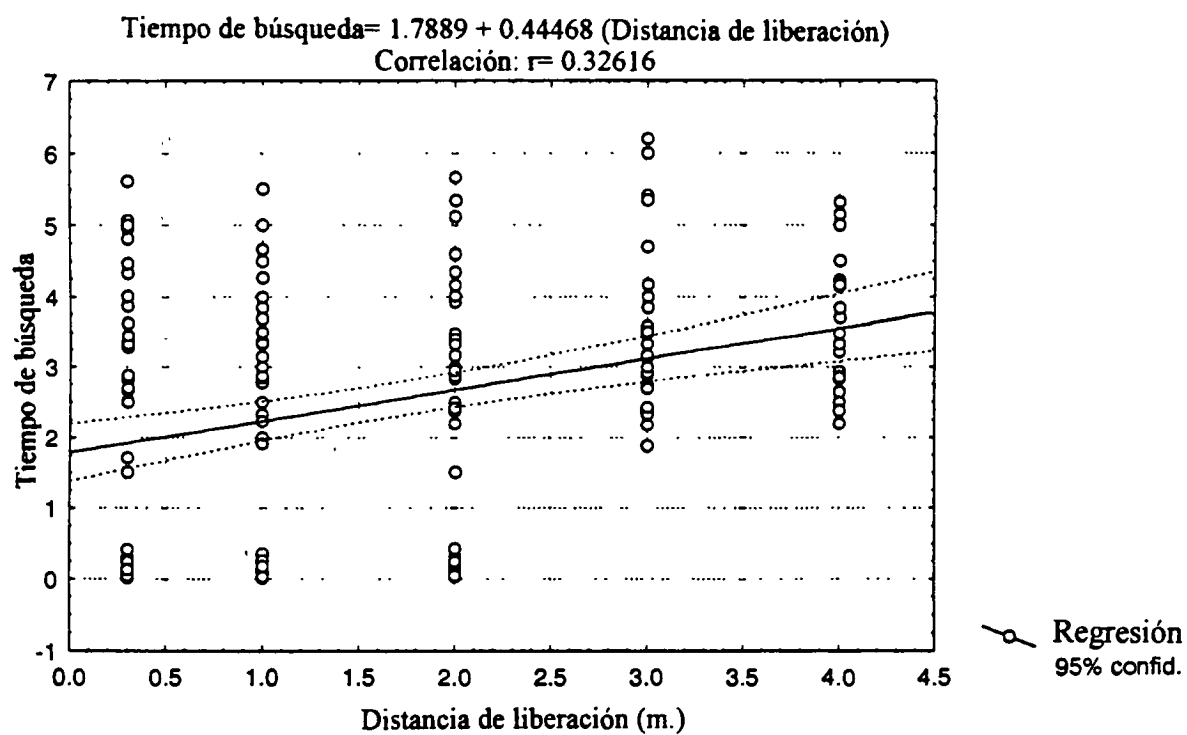


Fig. 21: Línea de regresión de las distancias de liberación versus el tiempo de búsqueda de *L. testaceipes*

Estudios realizados por van Steenis (1995), demostró que las colonias de *A. gossypii* ubicadas a 0.5 m. fueron encontradas más frecuentemente por *Aphidius colemani*, en comparación con las colonias alejadas 2.9 y 5.4 m. del lugar de liberación. Al tercer día todas las colonias localizadas a 0.5 m. fueron encontradas por la avispa, mientras que las colonias ubicadas a 2.9 y 5.4 m. tardó 6 días en localizar el máximo porcentaje de colonias (75.0 y 62.5% para 2.9 y 5.4 m. respectivamente). Comparando estos resultados con los obtenidos en el presente estudio podemos afirmar que *L. testaceipes* es mejor candidato que *A. colemani* en la búsqueda de *A. gossypii* a diferentes distanciamientos de liberación

Los tiempos de búsqueda obtenidos en nuestro trabajo también permiten sugerir que en estudios para el establecimiento de *L. testaceipes* en campos agrícolas, las liberaciones deben efectuarse lo más cercano a las colonias de áfidos y de esta manera se puede asegurar una parasitación más rápida que permitiría ganar tiempo si las condiciones climáticas no son favorables.

1.4. INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE INFESTACION DE *APHIS GOSSYPHII*

La influencia de los diferente porcentajes de infestación de *A. gossypii* en el comportamiento de *L. testaceipes* es mostrado en el Cuadro VII, a partir del cual se desarrolló el análisis de correlación que muestra una diferencia significativa en el tiempo de búsqueda, número de “momias”, machos y total de adultos del patrasitoide (Cuadro VIII)

En base a dicho análisis se puede decir que por cada unidad de cambio (incremento) en el porcentaje de infestación por los áfidos, el tiempo de búsqueda del parasitoide decrece 2 minutos (0.0368); la asociación entre estas variables es del 47.20% ($r=-0.4720$) (Fig 22) Basándose en estos resultados se puede estimar que a un incremento en 1% en la infestación, la avispa tardaría 2 minutos menos en llegar a la colonia.

CUADRO VII: Comportamiento de *L. testaceipes* en la búsqueda de *A. gossypii* en diferentes porcentajes de infestación

Infestación (%)	Plantas	Distancia liber (m)	Tiempo búsqueda*	Momias	Infestación (%)	Plantas	Distancia liber (m)	Tiempo búsqueda*	Momias
0.33	300	0.3	5.13±0.43	8.33±1.53	2.67	300	3	3.56±0.42	10.00±1.00
0.33	300	1	5.00±0.50	10.00±4.58	2.67	300	4	3.62±0.68	7.00±2.65
0.33	300	2	5.37±0.28	10.33±3.51	3.33	30	0.3	0.17±0.16	10.20±1.79
0.33	300	3	5.35±0.65	9.00±5.57	3.33	30	1	0.15±0.14	10.00±3.87
0.33	300	4	4.89±0.60	7.67±2.52	3.33	30	2	0.21±0.16	8.60±3.29
0.50	200	0.3	4.15±0.85	8.67±1.53	4.00	100	0.3	2.33±0.72	7.33±2.08
0.50	200	1	4.72±0.25	9.00±1.00	4.00	100	1	2.87±0.42	8.67±3.06
0.50	200	2	4.54±0.72	9.00±2.00	4.00	100	2	2.87±0.37	7.67±3.51
0.50	200	3	4.87±1.67	8.00±2.65	4.00	100	3	2.73±0.30	8.00±1.00
0.50	200	4	4.24±0.75	8.00±1.00	4.00	100	4	2.77±0.23	6.67±2.52
1.00	100	0.3	3.16±0.28	8.33±4.04	4.00	200	0.3	2.84±0.43	9.33±2.08
1.00	100	1	3.55±0.83	10.00±2.65	4.00	200	1	2.71±0.73	8.33±1.53
1.00	100	2	2.86±0.49	10.33±1.53	4.00	200	2	2.64±0.32	8.67±3.06
1.00	100	3	3.78±0.42	10.33±3.21	4.00	200	3	2.79±0.66	11.67±1.53
1.00	100	4	3.57±0.85	10.67±2.08	4.00	200	4	2.63±0.24	7.00±2.65
1.33	300	0.3	4.60±0.35	9.33±2.52	6.67	15	0.3	0.13±0.11	10.60±3.85
1.33	300	1	3.71±0.75	10.00±4.58	6.67	15	1	0.16±0.13	9.20±2.28
1.33	300	2	5.37±0.28	10.33±3.51	8.00	100	0.3	1.98±0.47	8.00±2.65
1.33	300	3	5.35±0.65	9.00±5.57	8.00	100	1	2.28±0.25	9.67±4.04
1.33	300	4	4.89±0.60	7.67±2.52	8.00	100	2	2.04±0.49	8.00±2.65
2.00	200	0.3	3.61±0.73	5.67±2.08	8.00	100	3	2.32±0.43	11.00±2.00
2.00	200	1	3.16±0.83	9.33±1.53	8.00	100	4	2.52±0.33	12.00±2.65
2.00	200	2	3.51±0.65	9.33±2.08	13.33	30	1	0.12±0.10	8.40±2.70
2.00	200	3	3.01±0.58	8.33±0.58	13.33	30	2	0.10±0.09	11.80±3.56
2.00	200	4	3.14±0.24	10.67±2.52	26.67	15	1	0.11±0.11	9.20±4.49
2.67	300	0.3	3.41±0.49	8.00±2.00	100	1	0.3	0.06±0.04	12.60±2.70
2.67	300	1	3.36±0.44	9.33±2.52	100	1	1	0.07±0.05	10.00±2.92
2.67	300	2	3.43±0.54	10.00±3.61					

* Tiempo en centésimas de hora

CUADRO VIII: Influencia de los diferentes porcentajes de infestación de *A. gossypii* en el comportamiento de *L. testaceipes*

Las correlaciones marcadas (*) son significativas a $p < 0.050$ N=185 (Eliminándose los datos rechazados)					
Variable	TIEMPO	MOMIAS	HEMBRAS	MACHOS	TOTAL_AD
%INFEST.	-.47 *	.20 *	.14	.27 *	.22 *

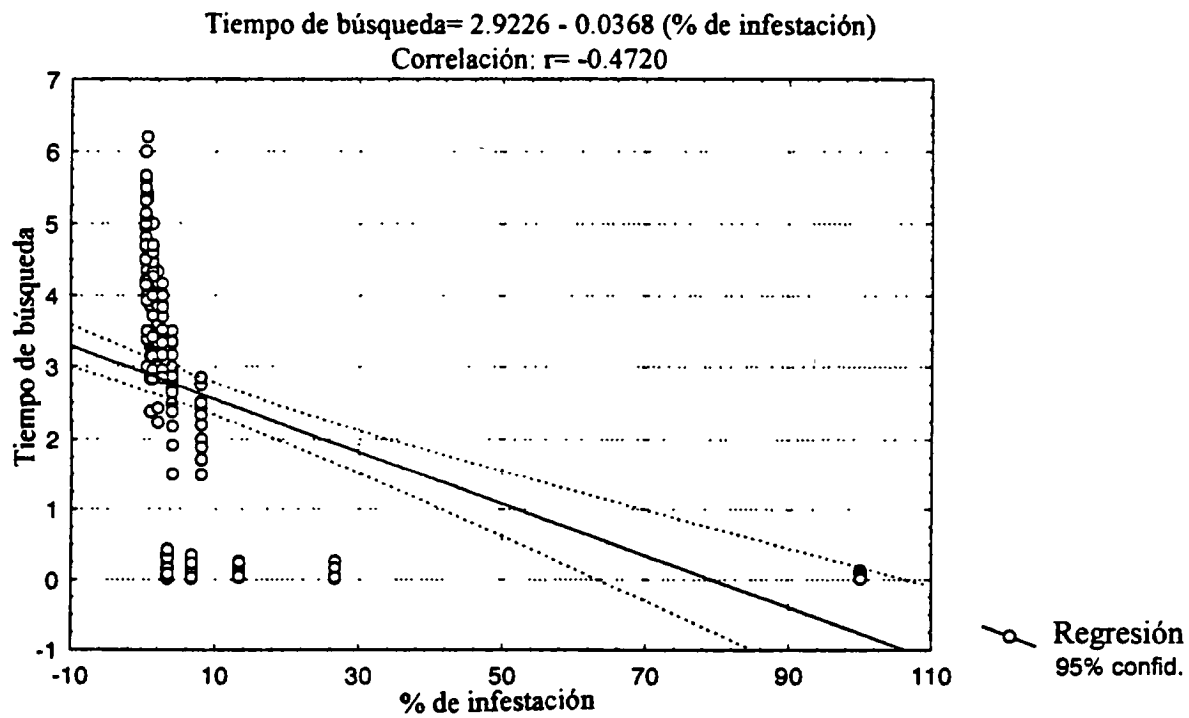


Fig. 22: Línea de regresión del porcentaje de infestación de *A. gossypii* versus el tiempo de búsqueda de *L. testaceipes*.

DeBach (1965), menciona que muchos parasitoides encuentran sus huéspedes localizando primero trazas o indicadores de ellos en la vecindad, lo cual ha sido demostrado por Grasswitz y Paine (1993a), quienes afirman que las mielecillas de los áfidos constituyen una guía primaria de orientación de las avispas Aphidiidae en la localización del hospedero; consecuentemente las avispas se acumulan en las plantas contaminadas con mielecillas (Hagver y Hofsvang, 1987 En van Steenis, 1992), por consiguiente Budenberg (1990), así como Grasswitz y Paine (1993b), atribuyen a la “mielecilla” de los áfidos un efecto de kairomona, que en parte afecta el comportamiento de las hembras de *L. testaceipes* y *Aphidius rhopalosiphi* por “hambre” y búsqueda del hospedero; estos parasitoides son sinovigénicas según Sequeira y Machauer (1994). También ha sido comprobado que los parasitoides hembras usan la feromona sexual del áfido para la localización del hospedero (Hardie *et al.*, 1991), y una feromona de agregación de los parasitoides permite agregaciones de adultos (Stary y Volkl, 1988)

En base a las experiencias citadas, es probable que los resultados obtenidos aquí con relación al mayor grado de infestación de las plantas se debieron en cierta medida a la presencia de kairomonas (olores y/o reflejo de las mielecillas producidas por los áfidos), las cuales pudieran ser detectadas más rápidamente a medida que se incrementa el porcentaje de infestación. Al respecto Stadler y Volkl (1991), demostraron que la conducta “forrajera” de *L. testaceipes* y *A. colemani* en plantas de banano es influenciada entre otros factores por el número de áfidos. Además de la densidad del hospedero, las condiciones climáticas pueden afectar dicho comportamiento (Lewis *et al.*, 1990)

DeBach (1965) y Flander (1972), afirman que un enemigo natural eficiente debe tener la habilidad de encontrar huéspedes cuando existen bajas densidades de población. En contraste con lo afirmado anteriormente, en el presente estudio se ha demostrado que una hembra de *L. testaceipes* es capaz de encontrar y parasitar áfidos en densidades tan bajas como una colonia en 300 plantas (0.33% de plantas infestadas) En tal sentido cuando comparamos dicho porcentaje con infestaciones del 10%, encontramos una diferencia en los tiempos de búsqueda

de aproximadamente 22 minutos, estimado en base a la línea de regresión entre porcentaje de infestación y tiempo de búsqueda (Fig 22)

Los incrementos en el porcentaje de plantas infestadas influyeron significativamente en el número de "momias" (Fig 23), al igual que el total de adultos (Fig 24) En relación a los sexos resultantes del parasitismo, sólo el número de machos aumentó significativamente a incrementos en la infestación de plantas ($r=0.2682$) (Fig 25), lo cual sugiere una desventaja para *L. testaceipes* en las condiciones que se llevó a cabo el estudio, ya que son las hembras maduras y no los machos, las que determinan la eficiencia de las especies como agentes de control biológico (DeBach, 1965)

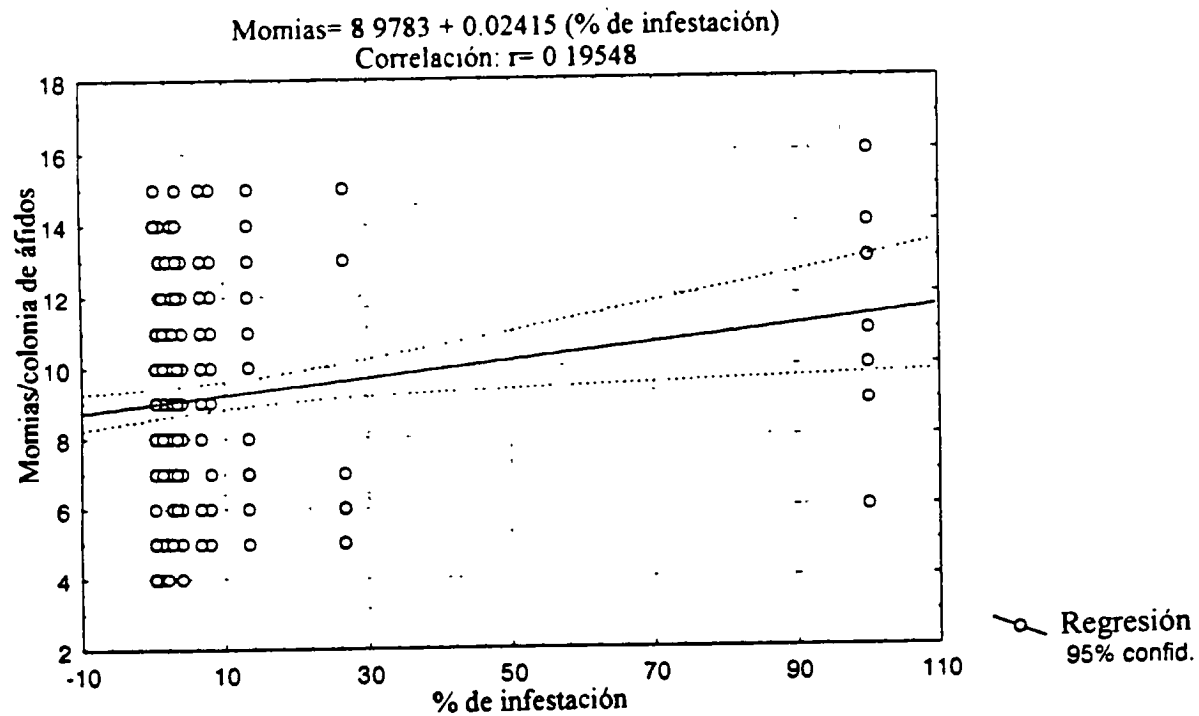


Fig. 23: Línea de regresión del porcentaje de infestación de *A. gossypii* versus el número de "momias" por colonia de áfidos

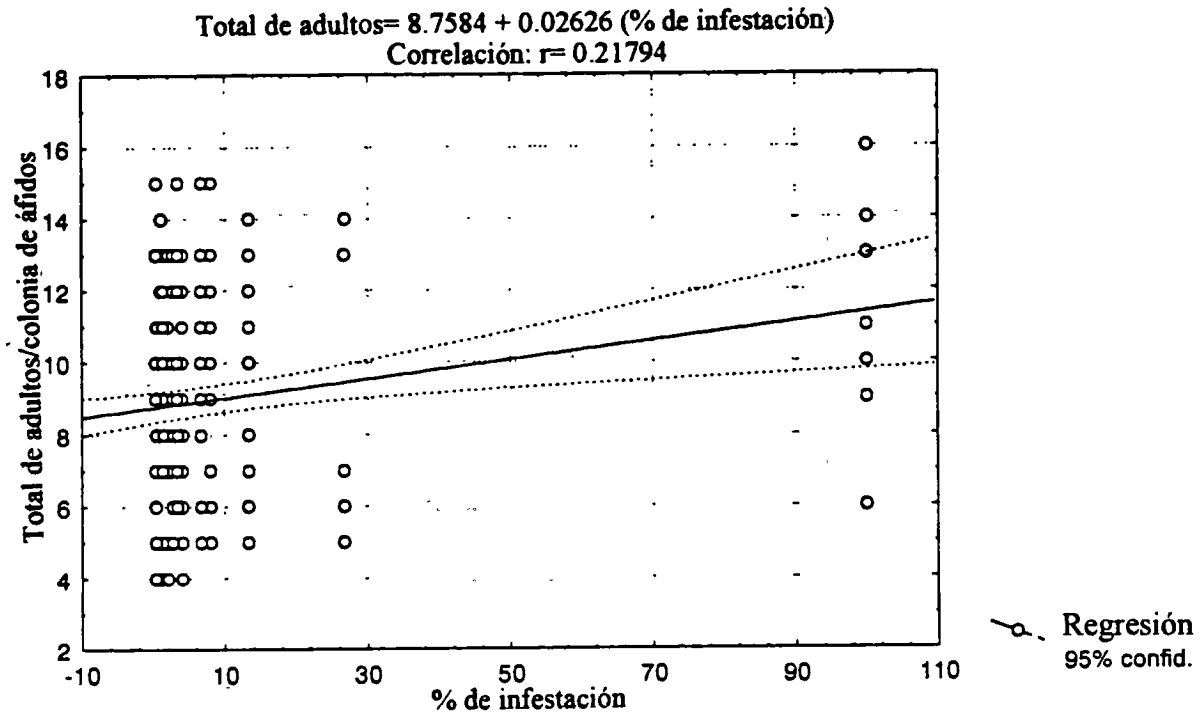


Fig. 24: Línea de regresión del porcentaje de infestación de *A. gossypii* versus el total de *L. testaceipes* adultos emergidos por colonia de áfidos.

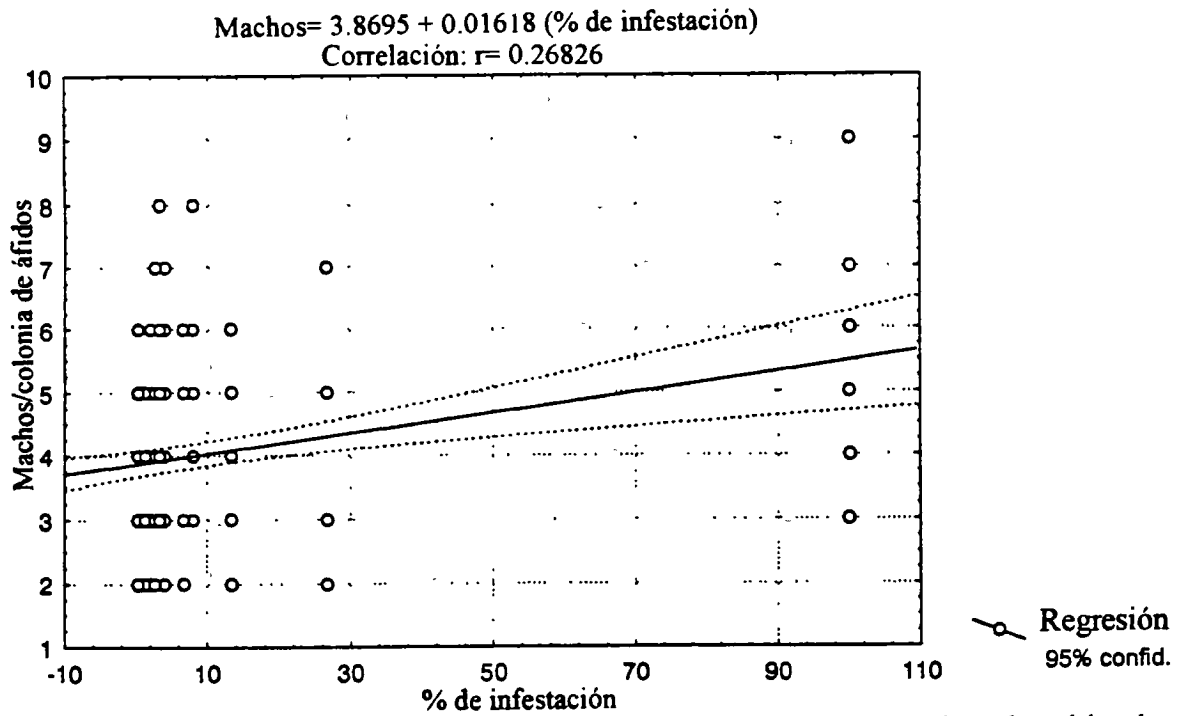


Fig. 25: Línea de regresión del porcentaje de infestación de *A. gossypii* versus el número de machos adultos de *L. testaceipes* emergidos por colonia de áfidos.

Los resultados obtenidos cuando se utilizaron bajos porcentajes de infestación (0.33%), requieren ser corroborados mediante estudios más detallados que permitan demostrar cual es el mínimo porcentaje de infestación que *L. testaceipes* es capaz de detectar y parasitar, tomando en cuenta entre otros factores las especies de plantas donde se liberen dichos bio-controladores, ya que según Van Lenter (1983 En Domínguez *et al.*, 1991), al discutir sobre el potencial de los parasitoides, menciona que puede darse el hecho que algunos cultivos pueden ser muy buenos hospederos para la especie fitófaga por lo que el desarrollo de la población plaga es demasiado rápida para que el parasitoide gane control. Además, Knight (1994 En Shuster y Starks, 1975), encontró que *A. gossypii* no era parasitado por *L. testaceipes* cuando el áfido se encontraba en plantas que producen látex, sin especificar la especie de planta hospedera, no obstante Pike *et al.* (1996), en estudios recientes reportaron a dicha avispa parasitando 29 especies de áfido, entre los cuales algunos se alimentaban de plantas que producen látex como por ejemplo *Aphis nerii*.

1.5. INFLUENCIA DEL NUMERO DE COLONIAS DE APHIS GOSSYPHII

Con el propósito de visualizar mejor el efecto del número de colonias de *A. gossypii* en la capacidad de búsqueda de *L. testaceipes* ante un número relativamente elevado de plantas no infestadas de berenjena (100, 200 y 300) como elementos de “distracción”, se analizan a continuación los resultados obtenidos en estos ensayos

1.5.1. COLONIAS DE APHIS GOSSYPHII EN CIEN PLANTAS

Cuando se utilizaron 100 plantas de berenjena los tiempos de llegada del parasitoide a las colonias de áfidos osciló entre 1.59 ± 0.28 horas (1.98 ± 0.47) y 3.47 ± 0.25 horas (3.78 ± 0.42). El número de “momias” resultante por colonia de 30 áfidos de estadio III, fue de 6.67 ± 2.52 a 12.00 ± 2.65 ; representando el 22.23 ± 8.40 y $40.00 \pm 8.83\%$ de parasitismo. Estos valores se obtuvieron utilizando cinco diferentes distanciamientos de liberación y tres densidades de áfidos (Cuadro IX).

CUADRO IX: Comportamiento de *L. testaceipes* en la búsqueda de colonias de *A. gossypii* en cien plantas

Colonias de áfido	Distancia liberación (m)	Tiempo de búsqueda*	Momias
1	0.3	3 16±0 28	8 33±4 04
1	1	3 55±0 83	10 00±2 65
1	2	2 86±0 49	10 33±1 53
1	3	3 78±0 42	10 33±3.21
1	4	3 57±0 85	10 67±2 08
4	0.3	2 33±0 72	7 33±2 08
4	1	2 87±0 42	8 67±3 06
4	2	2 87±0 37	7 67±3 51
4	3	2 73±0 30	8 00±1 00
4	4	2 77±0 23	6 67±2 52
8	0.3	1 98±0 47	8 00±2 65
8	1	2 28±0 25	9 67±4 04
8	2	2 04±0 49	8 00±2 65
8	3	2 32±0 43	11 00±2 00
8	4	2 52±0 33	12 00±2 65

* Tiempo en centésimas de hora.

Para determinar la influencia de las variables antes mencionadas en la conducta de *L. testaceipes*, se desarrolló el análisis de correlación (Cuadro X), los resultados muestran que únicamente existe diferencia significativa en la correlación entre el número de colonias y el tiempo de búsqueda ($r=-0.6946$; $p<0.050$) (Fig 26), siendo negativa, se puede afirmar que a medida se incrementa en una unidad el número de colonias de áfidos, el tiempo de búsqueda de *L. testaceipes* disminuye 10 minutos (0.1627), entendiéndose que el tiempo de búsqueda de las avispas dependió en un 69.46% del número de colonias de *A. gossypii* y el 30.54% de otros factores no comprendidos en el presente estudio

CUADRO X: Influencia de diferentes variables en el comportamiento de *L. testaceipes* en cien plantas

Las correlaciones marcadas (*) son significativas a $p < 0.050$					
Variable	TIEMPO	MOMIAS	HEMRAS	MACHOS	ADULTOS
TEMPERAT.	.15	.14	.11	.15	.14
H R.	-.16	.21	.18	.18	.20
N_PLANTA	--	--	--	--	--
DISTANC.	.20	.21	.23	.24	.26
COLONIAS	-.69 *	.00	-.06	.12	.02

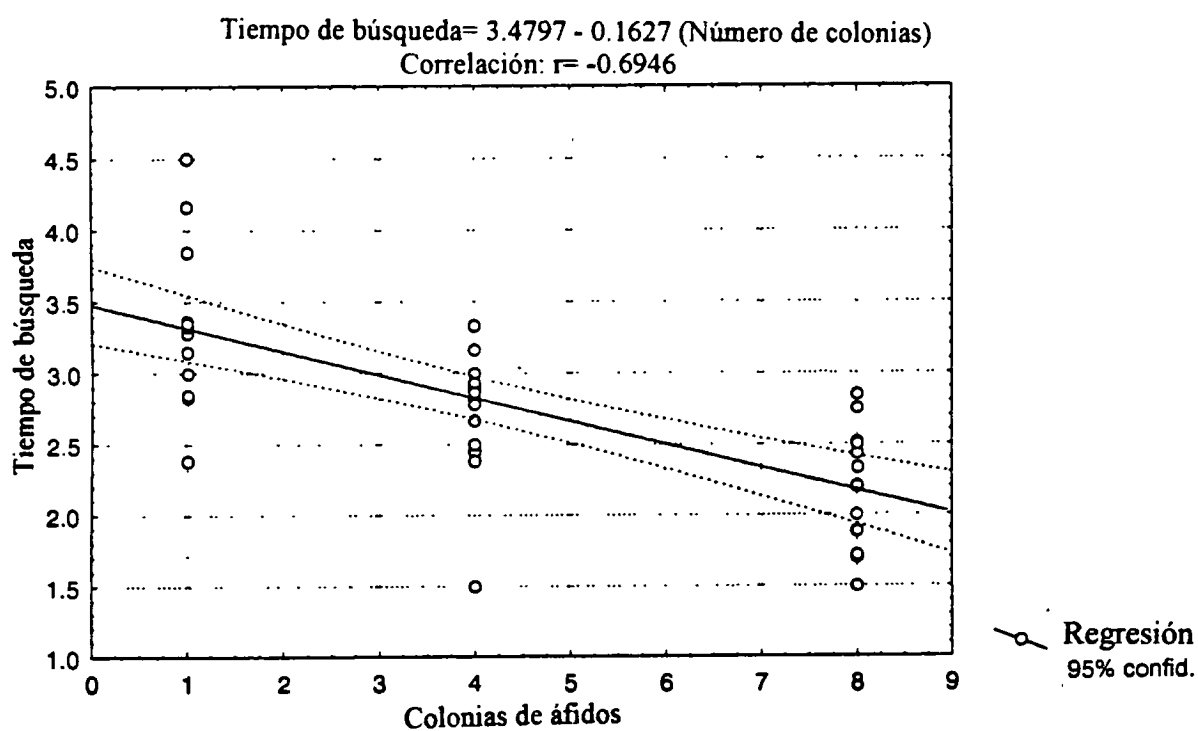


Fig. 26: Línea de regresión del número de colonias de *A. gossypii* versus el tiempo de búsqueda de *L. testaceipes* en cien plantas.

1.5.2. COLONIAS DE *APHIS GOSSYPI* EN DOSCIENTAS PLANTAS

Cuando las avispas hembras se liberaron en 200 plantas los tiempos de búsqueda oscilaron entre 2.38 ± 0.14 horas (2.63 ± 0.24) y 4.52 ± 1.40 horas (4.87 ± 1.67). El número de "momias" resultante por colonia de 30 áfidos de estadio III, fue de 5.67 ± 2.08 a 11.67 ± 1.53 , representando el 18.90 ± 6.93 y $38.90 \pm 5.10\%$ de áfidos parasitados por avispa. (Cuadro XI)

Para determinar la influencia de las variables antes mencionadas en la conducta de *L. testaceipes*, se desarrolló el análisis de correlación (Cuadro XII), los resultados muestran que únicamente existe diferencia significativa en la correlación entre el número de colonias y el tiempo de búsqueda ($r = -0.7288$, $p < 0.050$) (Fig 27), siendo negativa, se puede afirmar que a medida se incrementa en una unidad el número de colonias de áfidos, el tiempo de búsqueda de *L. testaceipes* disminuye 15 minutos (0.2484), entendiéndose que el tiempo de búsqueda de las avispas dependió en un 72.88% del número de colonias de *A. gossypii*.

CUADRO XI: Comportamiento de *L. testaceipes* en la búsqueda de colonias de *A. gossypii* en doscientas plantas

Colonias de áfidos	Distancia de liberación (m)	Tiempo de búsqueda*	Momias
1	0.3	4.15 ± 0.85	8.67 ± 1.53
1	1	4.72 ± 0.25	9.00 ± 1.00
1	2	4.54 ± 0.72	9.00 ± 2.00
1	3	4.87 ± 1.67	8.00 ± 2.65
1	4	4.24 ± 0.75	8.00 ± 1.00
4	0.3	3.61 ± 0.73	5.67 ± 2.08
4	1	3.16 ± 0.83	9.33 ± 1.53
4	2	3.51 ± 0.65	9.33 ± 2.08
4	3	3.01 ± 0.58	8.33 ± 0.58
4	4	3.14 ± 0.24	10.67 ± 2.52
8	0.3	2.84 ± 0.43	9.33 ± 2.08
8	1	2.71 ± 0.73	8.33 ± 1.53
8	2	2.64 ± 0.32	8.67 ± 3.06
8	3	2.79 ± 0.66	11.67 ± 1.53
8	4	2.63 ± 0.24	7.00 ± 2.65

* Tiempo en centésimas de hora

CUADRO XII: Influencia de diferentes variables en el comportamiento de *L. testaceipes* en doscientas plantas.

Las correlaciones marcadas (*) son significativas a $p < 0.050$					
Variable	TIEMPO	MOMIAS	HEMBRAS	MACHOS	ADULTOS
TEMPERAT	.16	.10	.27	-.05	.14
H. R.	-.16	-.17	-.27	-.05	-.19
N_PLANTA	--	--	--	--	--
DISTANC.	-.05	.11	.12	.13	.14
COLONIAS	-.73 *	.09	-.02	.17	.08

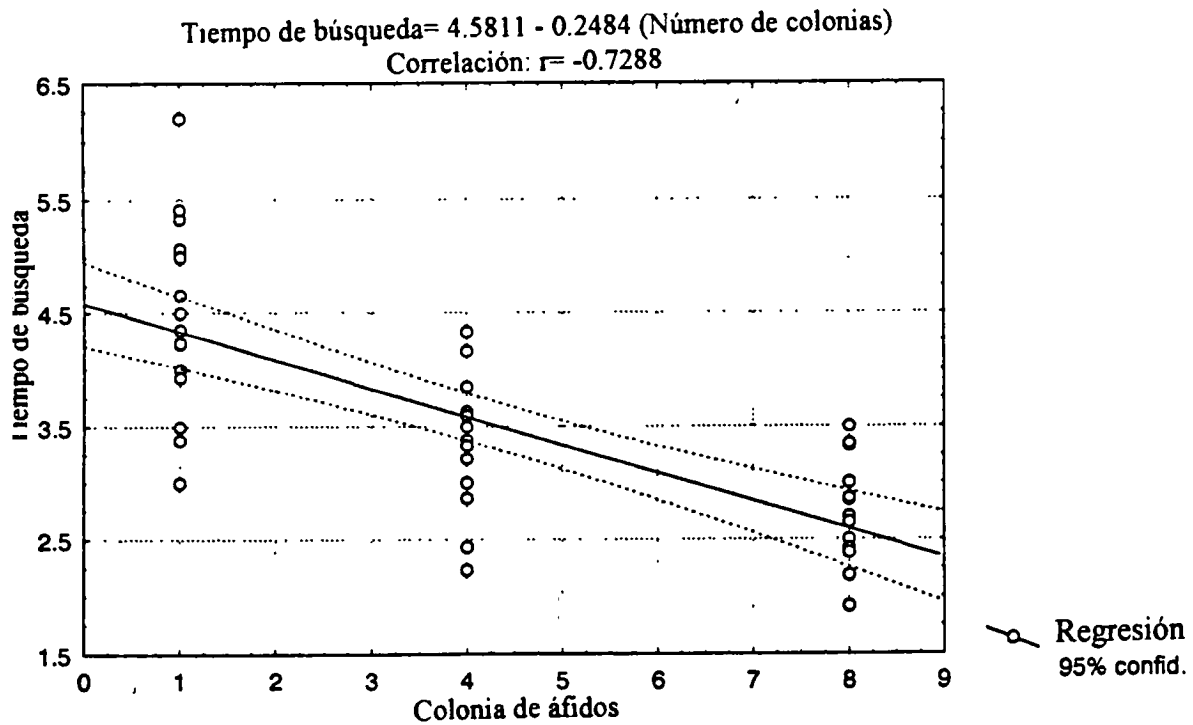


Fig. 27: Línea de regresión del número de colonias de *A. gossypii* versus el tiempo de búsqueda de *L. testaceipes* en doscientas plantas.

1.5.3. COLONIAS DE *APHIS GOSSYPHII* EN TRECIENTAS PLANTAS

Al utilizar 300 plantas de berenjena se encontró que los tiempos de llegada del parasitoide a las colonias de áfidos variaron entre mínimos y máximos de 3.22 ± 0.26 horas (3.36 ± 0.44) y 5.22 ± 0.17 horas (5.37 ± 0.28) respectivamente. El número de "momias" osciló entre 7.00 ± 2.65 y 10.33 ± 3.51 , lo cual corresponde a un 23.33 ± 8.83 y $34.43 \pm 11.70\%$ de parasitismo por avispa en cada colonia de 30 áfidos de estadio III. (Cuadro XIII)

CUADRO XIII: Comportamiento de *L. testaceipes* en la búsqueda de colonias de *A. gossypii* en trecientas plantas

Colonias de áfidos	Distancia de liberación (m)	Tiempo de búsqueda*	Momias
1	0.3	5.13 ± 0.43	8.33 ± 1.53
1	1	5.00 ± 0.50	10.00 ± 4.58
1	2	5.37 ± 0.28	10.33 ± 3.51
1	3	5.35 ± 0.65	9.00 ± 5.57
1	4	4.89 ± 0.60	7.67 ± 2.52
4	0.3	4.60 ± 0.35	9.33 ± 2.52
4	1	3.71 ± 0.75	10.00 ± 4.58
4	2	5.37 ± 0.28	10.33 ± 3.51
4	3	5.35 ± 0.65	9.00 ± 5.57
4	4	4.89 ± 0.60	7.67 ± 2.52
8	0.3	3.41 ± 0.49	8.00 ± 2.00
8	1	3.36 ± 0.44	9.33 ± 2.52
8	2	3.43 ± 0.54	10.00 ± 3.61
8	3	3.56 ± 0.42	10.00 ± 1.00
8	4	3.62 ± 0.68	7.00 ± 2.65

* Tiempo en centésimas de hora.

El análisis de correlación (Cuadro XIV) muestra que existió diferencia significativa entre el número de colonias y el tiempo de búsqueda ($r = -0.7452$, $p < 0.050$), al igual que entre la temperatura y el número de hembras de *L. testaceipes* ($r = 0.3286$, $p < 0.050$).

El tiempo de llegada de las avispas disminuyó 14 minutos (0.2317) por cada incremento en una unidad en el número de colonias; siendo el tiempo máximo promedio registrado 5.11 horas cuando se utilizó una sola colonia (Fig. 28) Resultados diferentes probablemente pueden ser obtenidos si se utilizan otras especies de plantas hospederas, ya que Hulpas (1978 En Domínguez *et al.*, 1991), utilizando plantas con diferentes superficie de hoja (estructura) demostró que avispas Aphelinidae reducían su "caminado" en la búsqueda de sus hospederos

CUADRO XIV: Influencia de diferentes variables en el comportamiento de *L. testaceipes* en trecientas plantas.

Las correlaciones marcadas (*) son significativas a $p < 0.050$					
Variable	TIEMPO	MOMIAS	HEMBRAS	MACHOS	ADULTOS
TEMPERAT	.02	.21	.33 *	.08	.25
H. R.	-.15	-.03	-.12	.01	-.08
N_PLANTA	--	--	--	--	--
DISTANC.	-.06	-.13	-.11	-.16	-.14
COLONIAS	-.75 *	-.02	-.15	.06	-.07

Tiempo de búsqueda = $5.1766 - 0.2317$ (Número de colonias)

Correlación: $r = -0.7452$

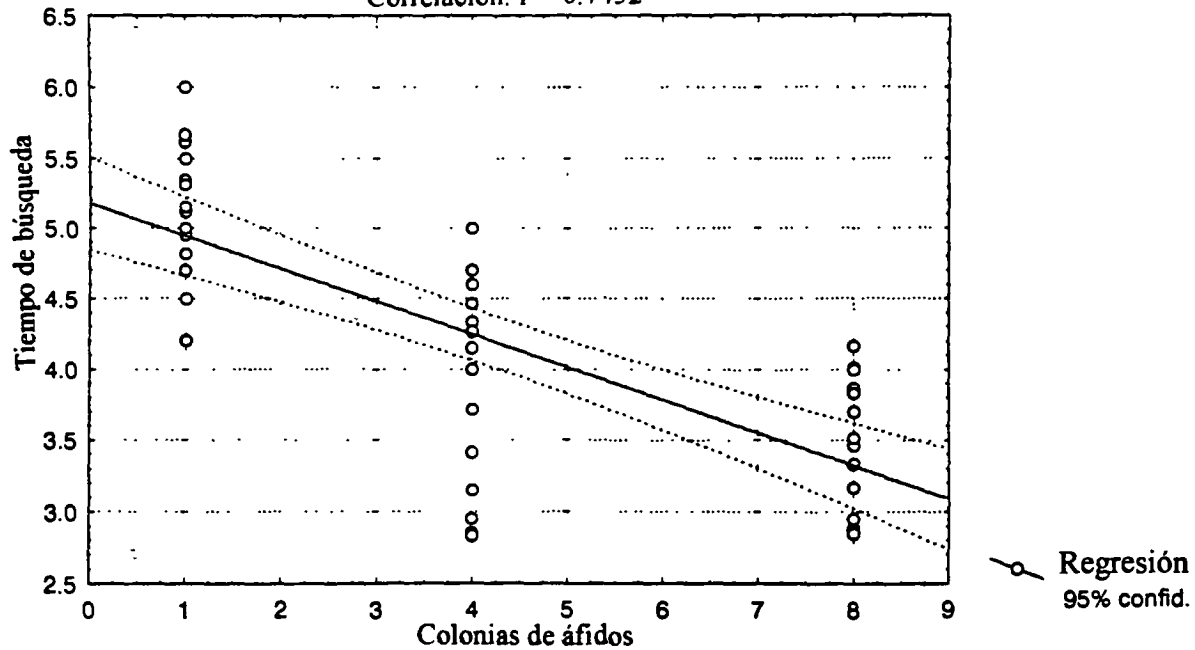


Fig. 28: Línea de regresión del número de colonias de *A. gossypii* versus el tiempo de búsqueda de *L. testaceipes* en trecientas plantas.

debido a la pubescencia de las hojas. Así mismo Stadler y Wolkl (1991) y Weisser (1995), han concluido que la arquitectura de la planta influye en la conducta "forrajera" de *L. testaceipes* y *A. fumebrus*. Stadler y Mackauer (1996), determinaron que la calidad de la planta ejerce influencia en las interacciones parasitoide-áfido, ejerciendo las diferentes especies de plantas un rol en la aceptación de los áfidos por parte de los parasitoides (Braithwaite y van Emden, 1994).

Según DeBach (1965), el comportamiento de la hembra adulta es comúnmente la determinante mayor en la eficiencia de las especies como agentes controladores de su hospedero. En tal sentido un incremento en el número de hembras se convierte en una condición favorable del enemigo natural, situación que se dio en el presente estudio, cuando el número de hembras se incrementó en 0.3153 al aumentar la temperatura en un grado centígrado ($r=0.3285$, $p<0.050$) (Fig. 29). Hagen y van den Bosch (1968), mencionan que varios autores (Hafez 1961, Messenger y Force, 1963, van den Bosch, 1966) han determinado que al disminuir la temperatura, la frecuencia de sexo puede inclinarse a más machos.

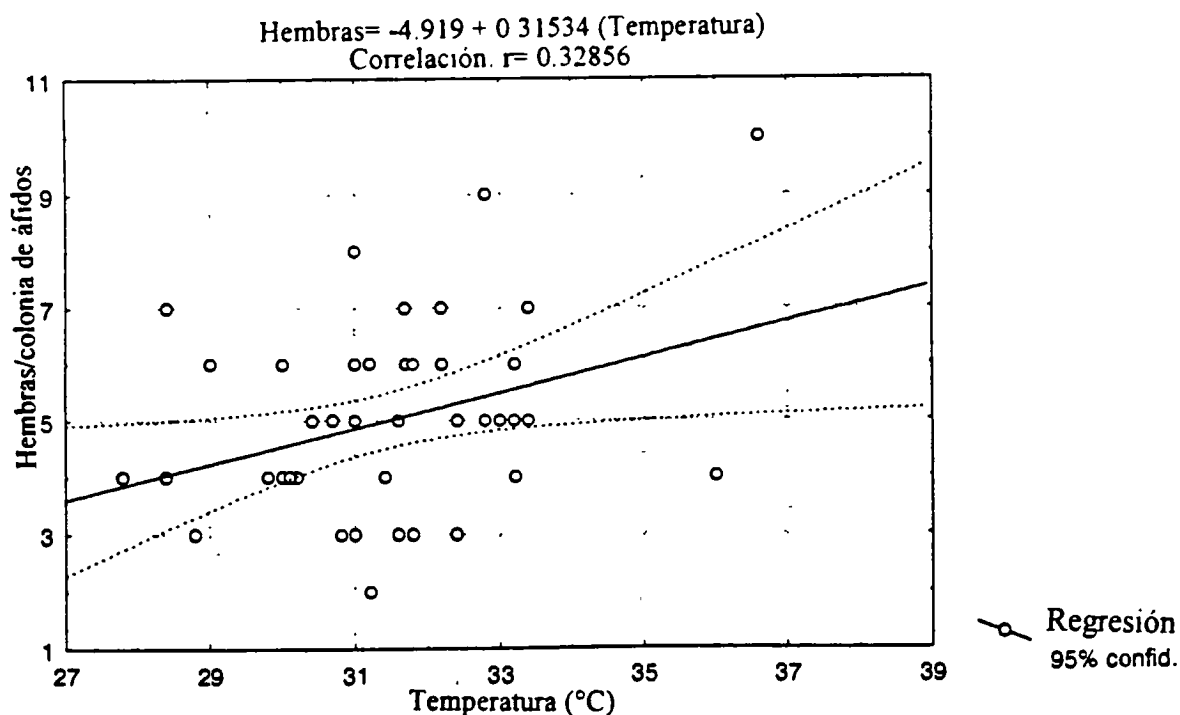


Fig. 29: Línea de regresión de la temperatura versus el número de hembras adultas de *L. testaceipes* emergidas por colonia de *A. gossypii*

2. CONDUCTA PARASITARIA DE *LYSIPHLEBUS TESTACEIPES*

Michaud y Mackauer (1994), definen el término “ataque” como un golpe o sondeo que la avispa realiza con el ovipositor haciendo contacto con el cuerpo del hospedero; un “ataque” puede resultar en una aceptación del hospedero (liberación del huevo) o un rechazo. Según Vinson (1976), la discriminación de los hospederos parece ser común entre los Hymenoptera y ha sido aplicado a la habilidad de un insecto parasitoide de evitar la liberación del huevo en un hospedero potencial que ya ha sido parasitado, así como de reducir la búsqueda en ambientes previamente explorados por otra avispa de la misma especie.

Las avispas expuestas frente a colonias de áfidos no parasitados permanecieron en actividad sobre la colonia por 60 minutos (tiempo máximo de exposición), en tanto que cuando fueron expuestas a colonias de áfidos previamente parasitados, ellas se retiraron a tiempos diversos (7 a 41 minutos) haciendo un promedio de permanencia de 28 minutos aproximadamente, aunque en dos casos las avispas permanecieron durante los 60 minutos previstos. En el primer caso se registró un promedio de 36.08 “ataques” en tanto que en las colonias previamente parasitadas el promedio de “ataques” fue de 6.75 (Cuadro XV); estas observaciones permiten asumir que las hembras de *L. testaceipes* tienen la capacidad de reconocer en cierto modo a los áfidos parasitados. Otro factor que probablemente influyó en el tiempo de permanencia y número de “ataques” fue la forma de distribución de los áfidos, que cuando no estaban parasitados toda la colonia (30 áfidos) se encontraba en una sola hoja, en tanto que en el segundo caso los áfidos se habían dispersado a otras hojas, esta observación coincide con Hight *et al.* (1972), quienes mencionan que un 40% de los áfidos fueron forzados a salir de la planta por la actividad de *L. testaceipes*. El número de “momias” resultantes del ensayo fue de 9.17 en promedio (30.57% de “momias”/colonia) para los áfidos no parasitados previamente y de 11.08 (36.93% de “momias”/colonia) para los áfidos parasitados previamente; la proporción hembra:macho fue similar para ambos casos al igual que el total de adultos obtenidos. El incremento en el número de áfidos parasitados probablemente se debió a que el parasitoide seleccionó para su “ataque” a los áfidos que no se encontraban parasitados previamente en la colonia.

Volkl y Stadler (1991), demostró que cuando los intervalos de oviposición entre *L. testaceipes* y *A. colemani* son de 0-6 horas, se obtienen áfidos multiparasitados en *Pentalotia nigronervosa* y *Aphis favae*, registrándose similar número de adultos de las dos especies de parasitoides, independientemente de la especie de áfido utilizada, por lo que liberaciones simultáneas de ambas especies de parasitoides en Programas de Control Biológico son recomendadas por dichos autores.

Los parasitoides generalmente intentan ovipositar en cualquier estadio del áfido que encuentran (Liu Shu-scheng *et al.*, 1984). En el presente estudio se confirmó que los áfidos no parasitados eran “atacados” en algunos casos hasta por 3 veces; además se observó que después de transcurridos varios “ataques” en diferentes áfidos o exuvias (Fig. 30), la avispa introdujo el ovipositor en el tejido vegetal probablemente con el objetivo de limpiarlo. En varias ocasiones se observó que la avispa se apoyó con sus patas traseras, doblando el abdomen

bajo el tórax para limpiarlo con sus patas anteriores y en otros casos era limpiado con las patas posteriores. En ciertos casos, antes de darse la parasitación la avispa “golpeó” al áfido con sus antenas (actividad conocida como “tamborileo”, DeBach (1965)), situación por la cual las antenas eran limpiadas de vez en cuando con la ayuda de



sus patas anteriores. Según Michaud y **Fig. 30:** Parasitoide “atacando” una exuvia de *A. gossypii*.

Mackauer (1994), la selección del hospedero por parte de los Aphidiidae empieza después que el áfido se encuentra a una distancia menor de 1 cm., cuando la avispa lo reconoce visualmente o por contacto antenal finalizando así el comportamiento de búsqueda.

Se registró hasta un total de 25 áfidos “atacados” en un lapso de 7 minutos, valor muy próximo con las observaciones realizadas por Grasswitz y Paine (1993a), quienes determinaron que *L. testaceipes* es capaz de “atacar” hasta 20 áfidos del género *S. graminum* en 5 minutos.

Los áfidos tienen bien desarrollado el sistema de alarma química (Nault y Phelan (1984 En Bell y Cardé, 1984). Cuando el parasitoide efectuaba los “ataques”, algunos áfidos liberaron por sus corniculi una feromona de alarma que indujo la dispersión de la colonia. Debido a la rapidez con que la avispa utilizó el ovipositor, la reacción de alarma de los áfidos fue retrasada por varios segundos. Este comportamiento también es explicado por Goff y Naulf (1974), quienes encontraron que la respuesta de los áfidos al “ataque” de avispas del género *Aphidius*, se presentaba después de 8-20 segundos de producido un “ataque”, lo cual según dichos autores tal vez se deba a que el parasitoide secreta un anestésico durante la oviposición. Sin embargo Shaw (1995 En Hanson y Gauld, 1995), menciona entre las estrategias de “ataque” de los Aphididae, la inducción de parálisis temporal del áfido antes de la oviposición. Por tanto, Kouamé y Mackauer (1991), notaron que cuando los áfidos fueron anestesiados por *Ephedrus californicos*, no pudieron defenderse o escapar de los “ataques” de la avispa hembra. El poder del parasitoide para utilizar su ovipositor es uno de los atributos de un eficiente enemigo natural (Flanders 1947, En DeBach, 1965).

CUADRO XV: Conducta parasitaria de *L. testaceipes* durante una hora de exposición a colonias de 30 áfidos de estadio III

Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Número de ataques			Momias	Hembras	Machos	Tiempo de retiro de la avispa	Parasitación previa
		Primeros 30 min	Ultimos 30 min	Total					
32.0	75	27	11	38	10	5	5		
31.7	78	19	0	19	6	3	3		
31.0	85	32	24	56	11	7	4		
33.4	72	11	10	21	5	3	2		
31.2	71	15	8	23	7	4	3		
33.4	71	9	23	32	9	5	4		
32.2	72	35	15	50	12	5	5		
33.4	76	39	25	64	14	7	7		
32.0	71	0	23	23	10	6	4		
32.2	75	18	17	35	11	6	5		
30.7	77	0	28	28	5	2	3		
31.8	68	21	23	44	10	5	5		
		226	207	433	110	58	50		
\bar{X}		18.83	17.25	36.08	9.17	4.83	4.17		
31.2	71	5	0	5	8	4	4	13min	X
31.4	75	7	2	9	11	6	5	41min	X
33.2	78	0	11	11	13	7	6	39min	X
30.0	85	6	4	10	9	5	4	60min	X
33.4	78	9	0	9	14	7	7	22min	X
32.4	72	3	5	8	9	5	4	36min	X
28.8	77	6	0	6	12	6	6	11min	X
31.6	81	5	0	5	9	4	4	16min	X
30.8	71	2	0	2	11	6	5	8min	X
29.8	84	4	0	4	14	8	6	18min	X
33.6	76	8	3	11	11	7	4	60min	X
31.0	81	1	0	1	12	6	6	7min	X
		56	25	81	133	71	61	331min	
\bar{X}		4.67	2.08	6.75	11.08	5.92	5.08	27.58	

CAPITULO V
CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo se puede concluir que

1. Por cada unidad de incremento en el número de plantas de *Solanum melongena*, el tiempo de búsqueda de las colonias de *Aphis gossypii* por parte de *Lysiphlebus testaceipes* se incremento 0.81 minutos ($r=0.8332$; $p<0.050$), repercutiendo con una disminución en el número de “momias” y total de adultos resultantes por avispa, lo cual se debió a una disminución significativa en el número de machos adultos emergidos, demostrándose que por cada hora de aumento en el tiempo de búsqueda del parasitoide, la progenie de machos resultantes disminuye 0.23 ($r=0.2989$; $p<0.050$) La progenie de hembras del parasitoide no fue afectada significativamente
2. Las variaciones significativas en el número de hembras de *L. testaceipes* se debieron únicamente a efectos de la temperatura, existiendo un aumento de 0.16 hembras por cada grado centígrado de incremento de la temperatura ($r=0.1985$, $p<0.050$)
3. La temperatura no afectó el tiempo de búsqueda de *L. testaceipes*, en contraste con la humedad relativa que ejerció un efecto significativo, existiendo un aumento de 3 minutos en el tiempo de búsqueda del parasitoide por cada unidad de incremento en el porcentaje de humedad relativa ($r=0.1844$, $p<0.050$)
4. Las diferentes distancias de liberación únicamente afectaron significativamente el tiempo de búsqueda de *L. testaceipes* ($r=0.3262$, $p<0.050$), encontrándose que por cada unidad de incremento en la distancia de liberación, el tiempo de búsqueda se aumenta 27 minutos
5. La proporción de plantas infestadas por *A. gossypii* influyó significativamente en el comportamiento

por cada unidad de incremento en el porcentaje de infestación ($r=0.4720$; $p<0.050$) Los incrementos en el porcentaje de plantas infestadas por *A. gossypii* influyeron significativamente con aumentos en el número de “momias” ($r=0.1955$, $p<0.050$) y total de adultos ($r=0.2179$, $p<0.050$) descendientes por avispa hembra de *L. testaceipes*

- 6 Una hembra de *L. testaceipes* es capaz de encontrar y parasitar áfidos en densidades tan bajas como una colonia en trecientas plantas de *S. melongena* (0.33% de plantas infestadas), teniendo la capacidad de “atacar” hasta un total de 25 áfidos en un lapso de 7 minutos. Durante 60 minutos de exposición de una hembra de *L. testaceipes*, el número promedio de “ataques” fue mayor en las colonias de *A. gossypii* no parasitadas previamente (36.08 “ataques”), en comparación con las colonias previamente parasitadas (6.75 “ataques”), resultando un promedio de 30.57% y 36.93% de “momias” por colonia de 30 áfidos respectivamente

CAPITULO VI
BIBLIOGRAFIA

BLIBLIOGRAFIA

- ALDYHIM, Y. N. and KHALIL, A. F. 1993.** Influence of temperature and daylength on population development of *Aphis gossypii* on *Cucurbita pepo*. Ent. Exp. Appl, 67: 167-172
- ARCHER, T. L.; MURRAY, C. L.; EIKEMBARY, R. D. and BURTON, R. L. 1973a.** Cold storage of *Lysiphlebus testaceipes* adults. Env. Ent., 3(3): 557-558
- ARCHER, T. L.; MURRAY, C.L.; EIKENBARY, R. D.; STARKS, K. J. and MORRISON, R. D. 1973b.** Cold storage of *Lysiphlebus testaceipes* mummies. Env. Ent., 2(6): 1104-1108
- BRAIMAH, H. and VAN EMDEN, H. F. 1994.** The rol of the plant in host acceptance by the parasitoid *Aphidius rhopalosiph* (Hymenoptera: Braconidae). Bull Ent Res., 84: 303-306.
- BUDENBERG, W. J. 1990.** Honeydew as a contact kairomone for aphid parasitoids Ent. Exp Appl., 55 139-147.
- CAMPBELL, A. and MACKAUER, M. 1975.** The effect of parasitism by *Aphidius smithi* (Hymenoptera Aphidiidae) on reproduction and population growth of the pea aphid (Homoptera: Aphididae). Can. Ent., 107: 919-926.
- CARBALLO, M. y QUEZADA, J. R. 1987.** Uso de parásitos en el control biológico de áfidos. En Pinochet, J. y Quintero, D., eds. Curso de áfidos. Artículos selectos sobre áfidos y su importancia económica en la agricultura de Centroamérica. CATIE Informe Técnico N° 125., 78pp.

CARROLL, D. P. and HOYT, S. C. 1986. Hosts and habitats of parasitoids (Hymenoptera: Aphididae) implicated in biological control of apple aphid (Homoptera: Aphididae) *Env. Ent.*,15(6):1171-1178.

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

CECILIO, A. 1994. Evolucao faunística após a introducao de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Aphididae) em Portugal, e o seu interesse na limitacao de pragas de áfideos. España. *Bol. San. Veg. Plagas.*, 20: 471-476.

CHEN, P.; ZHANG, Z.Q.; XU, W.; WANG, K.; ZHU, G.; LU, L. and 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. Ent.*, 111: 211-215.

DeBACH, P. 1965. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas Editorial Continental México, D.F., 949pp.

DOMINGUEZ, J. E.; IRAHETA, R. y SERMEÑO, J.M. 1991. Reconocimiento y multiplicación de parasitoides de *Bemisia tabaci* en *Phaseolus vulgaris* y *Lycopersicon esculentum* en El Salvador. Tesis. Ing. Agr. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas., 167pp

EISLER, J.I. and PLESS, C.D. 1972. Laboratory rearing of *Lysiphlebus testaceipes* on *Rhopalosiphon maidis*. *J. Econ Ent.*, 65: 293-295.

FLANDERS, S. E. 1972. The utilization of entomophagous insects. Manuscrito mimeografiado., 157pp

- FURK, C. and HINES, C. M. 1993.** Aspects of insecticide resistance in the melon and cotton aphid, *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae). *Ann Appl. Biol.*, 123: 9-17.
- GILSTRAP, F. E. and MCKINNON, L. K. 1988.** Response of native parasites to russian wheat aphid The Texas Agricultural Experiment Station (TAES) p 1-5.
- GILSTRAP, F. E.; KRING, T. J. and BROOKS, G. W. 1984.** Parasitism of aphids (Homoptera Aphididae) associated with Texas sorghum *Env. Ent.*, 13(5) 1613-1617.
- GOFF, A. M. and NAULT, L. R. 1974.** Aphid cornicle secretions ineffective against attack by parasitoid wasps *Env Ent* , 3(3) 565-566
- GRASSWITZ, T. R. and PAINE, T. D. 1993a.** Effect of experience on in-flight orientation to host-associated guest in the generalist parasitoid *Lysiphlebus testaceipes* *Ent. Exp Appl* , 68 219-229.
- GRASSWITZ, T. R. and PAINE, T. D. 1993b.** Influence of physiological state and experience on the responsiveness of *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera Aphididae) to aphid honeydew and to host plants *J Insect Behavior.*, 6(4) 511-528
- GROSS, P. 1993.** Insect behavioral and morphological defenses against parasitoids *Ann Rev Ent* , 38:251-273.
- GULDEMOND, J.A., TIGGES, W.T. and DE VRIJER, P. W. F. 1994.** Hosts races of *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) on Cucumber and Chrysanthemum. *Env Ent.*, 23(5): 1235-1240.
- HAGEN, K. S. and VAN DEN BOSCH, R. 1968.** Impact of pathogens, parasites, and predators on aphids *Ann Rev. Ent* ; 13: 325-377.

- HARDIE, J.; NOTTINGHAM, S. F.; POWELL, W. and WADHAMS, L. J. 1991.** Synthetic aphid sex pheromone lures females parasitoids. *Ent. Exp Appl.*, 61: 97-99.
- HIGHT, S. C.; EIKENBARY, R. D.; MILLER, R. J. and STARKS, K. J. 1972.** The greenbug and *Lysiphlebus testaceipes*. *Env. Ent.*, 1(2): 205-209
- KING, E. G.; HOPPER, K. R. and POWELL, J.E. 1985.** Analysis of systems for biological control of crop arthropod pests in the U. S. By augmentation of predators and parasites p. 201-227 En: Hoy, M A. and Herzog, D C, eds *Biological control in agricultural IPM systems* Academic Press 589pp
- KOUAME, K. L. and MACKAUER, M. 1991.** Influence of aphid size, age and behaviour on host choice by the parasitoid wasp *Ephedrus californicus*: a test of host-size models *Oecologia*, 88. 197-203
- KRING, T. J. and GILSTRAP, F. E. 1984.** Efficacy of the natural enemies of grain sorghum aphids (Homoptera Aphididae) *J Kansas Ent Soc*, 57(3) 460-467
- KRING, T. J. and KRING, J. B. 1988.** Aphid fecundity, reproductive longevity, and parasite development in the *Schizaphis graminum* (Rondani) (Homoptera Aphididae) - *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera Braconidae) system. *Can. Ent.*, 120 1079-1083.
- LEWIS, W. J.; VET, L. E. M. and TURLINSON, J. H. 1990.** Variations in parasitoid foraging behavior essential element of a sound biological control theory. *Env. Ent.*, 19(5): 1183-1193
- LIU SHU-SHENG. 1985.** Development, adult size and fecundity of *Aphidius sonchi* reared in two instars of its aphid host, *Hyperomyzus lactucae* *Ent. Exp Appl.*, 37: 41-48

- LIU SHU-SHENG; MORTON, R. and HUGHER, R. D. 1984.** Oviposition preferences of a hymenopterous parasite for certain instars of its aphid host. *Ent Exp. Appl.*, 35: 249-254.
- MARSH, P. M.; SHAW, S. R. and WHARTON, R. A. 1986.** An identification manual for the North American genera of the Braconidae (Hymenoptera) Dep. Ent., Texas University. 82pp.
- MELIA, A. 1993.** Evolución poblacional de *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe) (Homoptera Aphididae) en los últimos quince años y su relación a la aparición de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Aphididae) España. *Bol San Veg Plagas* , 19: 609-617
- MELIA, A. 1989.** Utilización de trampas amarillas en el control de los pulgones (Homoptera Aphididae) de los cítricos España. *Bol San Veg Plagas* , 15 175-185
- MICHAUD, J. P. and MACKAUER, M. 1994.** The use of visual cues in host evaluation by aphid wasps Comparison between three *Aphidius* parasitoids of the pea aphid *Ent. Exp. Appl.*, 70 273-283
- MICHELENA, J. M.; SANCHIS, A. y GONZALEZ, P. 1994.** Aphidinos sobre pulgones de frutales en la Comunidad Valenciana. España. *Bol San Veg Plagas* , 20. 465-470.
- NAULT, L. R. and PHELAN, P. L. 1984.** Alarm pheromones and sociality in pre-social insects p. 237-256
En Bell, W. J. and Cardé, R. T., eds. *Chemical ecology of insects* Smauer Associates, Massachusetts , 524pp
- O'DONNELL, D. J. 1989.** A morphological and taxonomic study of first instar larvae of Aphidiinae(Hymenoptera: Braconidae) *Syst Ent.*, 14 197-219.

- PICKETT, J. A.; WADHAMS, L. J. and WOODCOCK, C.M. 1992.** The chemical ecology of aphids
Ann. Rev. Ent., 37: 67-90.
- PIKE, K. S.; STARY, P.; MILLER, R. and ALLISON, D. 1996.** New species and host records of aphid
parasitoids (Hymenoptera: Braconidae. Aphidiidae) from the pacific northwest, U. S. A. *Proc. Ent.*
Soc. Wash., 98(3). 570-591.
- QUIROS, D. I. 1988.** Afidos (Homoptera. Aphididae) de Panamá. Tesis. Maestría en Entomología. Univer
de Panamá., 318pp.
- REED, D. K.; KINDLER, S. D. and SPRINGER, T. L. 1992.** Interactions of russian wheat aphid, a
hymenopterous parasitoid and resistant and susceptible slender wheatgrasses. *Ent. Exp. Appl.*, 64:
239-246.
- RICE, M. E. and WILDE, G. E. 1988.** Experimental evaluation of predators and parasitoids in suppressing
greenbugs (Homoptera: Aphididae) in sorghum and wheat. *Env. Ent.*, 17(5): 836-841.
- RONGAI, D.; CERATO, C. and MARTINELLI, R. 1996.** Aspects of insecticide resistance and reproductive
biology of *Aphis gossypii* Glover on seed potatoes. XX International Congress of Entomology. Firenze,
Italy, August 25-31, 1996. p. 820
- SEQUEIRA, R. and MACKAUER, M. 1994.** Variation in selected life-history parameters of the parasitoid
wasp, *Aphidius ervi*: influence of host developmental stage *Ent. Exp. Appl.*, 71: 15-22.
- SERMEÑO, J. M. 1992.** Método de reproducción del parasitoide *Lysiphlebus testaceipes* para el control
de áfidos. *Bol. Inf. MIP, CATIE.*, 26: 2-5

- SHAW, S. R. 1995.** Braconidae p 448-449 En Hanson, P. E. and Gauld, I. D., eds The Hymenoptera of Costa Rica. Oxford University Press. 893pp
- SHUSTER, D. J. and STARKS, K. J. 1975.** Preference of *Lysiphlebus testaceipes* for greenbug resistant and susceptible small grain species *Env. Ent.* , 4(6) 887-888
- STADLER, B. and MACKAUER, M. 1996.** Influence of plant quality on interactions between the aphid parasitoid *Ephedrus californicus* Baker (Hymenoptera Aphididae) and its host, *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Homoptera. Aphididae) *Can Ent.*, 128 27-39.
- STADLER, B. and VOLKL, W. 1991.** Foraging patterns of two aphid parasitoids *Lysiphlebus testaceipes* and *Aphidius colemani* on banana. *Ent Exp Appl* , 58 221-229
- STARY, P. 1991.** *Philadelphus coronarius* L as a reservoir of aphids and parasitoids *J Appl Ent* , 122 1-10.
- STARY, P. and VOLKL, W. 1988.** Aggregations of aphid parasitoid adults (Hymenoptera Aphididae) *J Appl Ent* , 105. 270-279.
- STARY, P.; LECLANT, F. and LYON, J. P. 1975.** Aphidides (Hymenoptera) et aphides (Homoptera) de Corse I. Les Aphidides *Ann Soc Ent* , 11: 745-762
- TANG, Y. Q. and YOKOMI, R. K. 1995.** Temperature-dependent development of three hymenopterous parasitoids of aphids (Homoptera: Aphididae) attacking citrus *Env. Ent.*, 24(6) 1736-1740.

- TIZADO, E. J.; NUÑEZ, E. y NIETO, J. M. 1992.** Reservorios silvestres de parasitoides de pulgones del género *Aphis* con interés agrícola en la provincia de León. (Hym., Braconidae: Aphidiiidae, Hom., Aphididae) España. Bol San. Veg Plagas., 18. 309-313.
- TYLER, B. M. J. and JONES, P. A. 1974a.** Influence of low temperature on development and successful emergence of *Lysiphlebus testaceipes*, a parasite of the greenbug. Env. Ent., 3(3): 377-379.
- TYLER, B. M. J. and JONES, P. A. 1974b.** Hibernation study with *Lysiphlebus testaceipes*, parasite of the greenbug. Env. Ent., 3(3) 412-414.
- VAN STEENIS, M. J. 1995.** Evaluation of four Aphidinae parasitoids for biological control of *Aphis gossypii*. Ent Exp Appl, 75 151-157.
- VAN STEENIS, M. J. 1994.** Intrinsic rate of increase of *Lysiphlebus testaceipes* Cresson (Hymenoptera Braconidae), a parasitoid of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera Aphididae) at different temperatures. J Appl. Ent., 118 399-406
- VAN STEENIS, M. J. 1992.** Biological control of the cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Homoptera Aphididae) pre-introduction evaluation of natural enemies. J. Appl Ent., 114: 362-380
- VAN STEENIS, M. J. and EL-KHAWASS, K. A. M. 1995.** Life history of *Aphis gossypii* on cucumbers: influence of temperature, host plant and parasitism. Ent. Exp Appl, 76. 121-131.
- VINSON, S. B. 1976.** Host selection by insect parasitoids. Ann Rev. Ent., 434 109-133.

- VINSON, S. B. and IWANTSCH, G. F. 1980. Host suitability for insect parasitoids Ann. Rev. Ent., 25: 397-419.
- VINSON, S. B. and SCARBOUGH, T. A. 1991. Interactions between *Solenopsis invicta* (Hymenoptera Formicidae), *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae), and the parasitoid *Lysiphlebus testaceipes* Cresson (Hymenoptera: Aphidiidae) Ann. Ent. Soc. Am., 84(2) 158-164
- VOLKL, W. and STADLER, B. 1991. Interspecific larval competition between *Lysiphlebus testaceipes* and *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Aphidiidae) J. Appl. Ent., 111: 63-71.
- WALKER, A. L.; BOTTRELL, D. G. and CATE, J. R. 1973. Hymenopterous parasites of Biotype C greenbug in the high plains of Texas Ann. Ent. Soc. Am., 66(1) 173-176
- WEISSER, W. W. 1995. Within-patch foraging behaviour of the aphid parasitoid *Aphidius funebris* plant architecture, host behaviour, and individual variation Ent. Exp. Appl., 76: 133-141.
- WEISSER, W. W. 1994. Age-dependent foraging behaviour and host-instar preference of the aphid parasitoid *Lysiphlebus cardui* Ent. Exp. Appl., 70: 1-10
- WHARTON, R. A. 1993. Biomimics of the Braconidae Ann. Rev. Ent., 38: 121-143.
- YOUNG, W. R. and TEETES, G. L. 1977. Sorghum entomology. Ann. Rev. Ent., 22: 193-218

APENDICE

Apéndice 1: Registro de datos para determinar el comportamiento de *L. testaceipes*

Temperat (°C)	H.R.	No plantas	Dist lib (m)	%infest	Tiemp búsqueda*	Momias	Hembras	Machos	Total adultos
36	73	300	0.3	0.33	4.95	7	4	3	7
31.6	68	300	0.3	0.33	4.816	8	5	3	8
31.2	71	300	0.3	0.33	5.616	10	6	4	10
30.4	77	300	0.3	1.33	4.333	9	5	4	9
28.4	77	300	0.3	1.33	4.466	12	7	5	12
29.8	85	300	0.3	1.33	5	7	4	3	7
31	81	300	0.3	2.67	2.883	6	3	3	6
30.4	77	300	0.3	2.67	3.866	10	5	5	10
33.2	85	300	0.3	2.67	3.466	8	4	3	7
30.8	88	300	1	0.33	5	6	3	3	6
29	81	300	1	0.33	5.5	9	6	3	9
32.8	85	300	1	0.33	4.5	15	9	6	15
30	85	300	1	1.33	4.266	8	4	4	8
31.4	75	300	1	1.33	4	7	4	3	7
32.2	75	300	1	1.33	2.85	11	6	4	10
27.8	84	300	1	2.67	3.7	7	4	2	6
33.2	78	300	1	2.67	3.516	9	5	4	9
31.7	78	300	1	2.67	2.866	12	7	5	12
30	77	300	2	0.33	5.116	7	4	3	7
33	72	300	2	0.33	5.333	10	5	5	10
31	85	300	2	0.33	5.666	14	8	5	13
31.8	75	300	2	1.33	3.416	5	3	2	5
32.2	78	300	2	1.33	4.6	11	7	4	11
31.7	78	300	2	1.33	2.95	8	6	2	8
30.2	77	300	2	2.67	4.016	9	4	4	8
32.4	72	300	2	2.67	3.333	7	5	2	7
31	78	300	2	2.67	2.95	14	6	7	13
28.8	77	300	3	0.33	4.7	8	3	3	6
36.6	61	300	3	0.33	5.35	15	10	5	15
31.2	78	300	3	0.33	6	4	2	2	4
31.8	85	300	3	1.33	4.7	11	6	4	10
33.4	72	300	3	1.33	3.15	8	5	3	8
30.1	77	300	3	1.33	4	7	4	3	7
32.8	72	300	3	2.67	4	10	5	4	9
31	85	300	3	2.67	3.166	9	5	3	8
30	77	300	3	2.67	3.516	11	6	4	10
28.4	72	300	4	0.33	4.2	8	4	4	8
33.4	72	300	4	0.33	5.15	10	7	3	10
32.4	71	300	4	0.33	5.316	5	3	2	5
31.6	68	300	4	0.33	4.15	6	3	3	6
30.7	77	300	4	1.33	3.716	8	5	3	8
33.2	85	300	4	1.33	2.833	10	6	4	10
31	78	300	4	2.67	2.85	5	3	2	5
30.7	77	300	4	2.67	3.833	10	5	5	10
31	85	300	4	2.67	4.166	6	3	3	6
33	68	200	0.3	0.5	5.066	9	4	4	8
30	77	200	0.3	0.5	3.383	7	4	3	7

Cont

Temperat (°C)	H.R.	No plantas	Dist. lib (m)	%infest	Tiemp búsqueda*	Momias	Hembras	Machos	Total adultos
32	72	200	0.3	0.5	4	10	6	4	10
31.4	75	200	0.3	2	2.866	5	3	2	5
31	85	200	0.3	2	3.633	4	2	2	4
31	75	200	0.3	2	4.333	8	4	4	8
27	88	200	0.3	4	2.5	10	5	4	9
30	77	200	0.3	4	2.7	11	4	6	10
32.4	72	200	0.3	4	3.333	7	4	3	7
31.4	81	200	1	0.5	4.5	9	5	4	9
28.4	72	200	1	0.5	5	8	4	4	8
32	71	200	1	0.5	4.666	10	6	4	10
33.4	72	200	1	2	3.85	11	6	4	10
31.2	71	200	1	2	3.383	9	5	4	9
31.2	81	200	1	2	2.233	8	5	3	8
33.4	71	200	1	4	3.35	7	4	3	7
32.4	72	200	1	4	2.85	10	6	3	9
25	87	200	1	4	1.916	8	4	4	8
33.2	76	200	2	0.5	3.933	11	7	4	11
32.4	72	200	2	0.5	5.333	7	4	3	7
32	71	200	2	0.5	4.35	9	6	3	9
32.8	69	200	2	2	4.166	11	7	4	11
26.6	88	200	2	2	3.5	10	4	5	9
30	77	200	2	2	2.866	7	4	3	7
29.8	84	200	2	4	2.5	12	7	5	12
30.2	77	200	2	4	3	8	4	4	8
31	85	200	2	4	2.416	6	3	3	6
29	84	200	3	0.5	6.2	9	4	4	8
30	81	200	3	0.5	5.416	5	3	2	5
31.2	81	200	3	0.5	3	10	5	4	9
30.4	77	200	3	2	3	8	4	4	8
32	75	200	3	2	2.433	9	4	5	9
31	85	200	3	2	3.6	8	5	3	8
34	70	200	3	4	3.5	13	6	7	13
31.3	81	200	3	4	2.7	10	6	4	10
30	77	200	3	4	2.183	12	7	5	12
32	75	200	4	0.5	3.5	8	5	3	8
31	85	200	4	0.5	5	7	4	3	7
28	88	200	4	0.5	4.233	9	5	4	9
31.2	71	200	4	2	3.216	8	5	3	8
29.6	84	200	4	2	3.333	11	5	6	11
32.4	72	200	4	2	2.866	13	7	6	13
28.8	77	200	4	4	2.65	8	4	3	7
32.4	72	200	4	4	2.866	9	5	4	9
31.6	78	200	4	4	2.383	4	2	2	4
30	85	100	0.3	1	3.35	4	2	2	4
32.8	85	100	0.3	1	2.833	12	7	4	11
30.6	81	100	0.3	1	3.283	9	4	4	8
30	77	100	0.3	4	2.816	5	3	2	5

Cont

Temperat (°C)	H.R.	No plantas	Dist lib (m)	%infest	Tiemp búsqueda*	Momias	Hembras	Machos	Total adultos
33.4	71	100	0.3	4	2.666	9	5	4	9
31	78	100	0.3	4	1.5	8	4	3	7
31	85	100	0.3	8	2.516	6	3	3	6
29.8	84	100	0.3	8	1.7	7	4	3	7
30	77	100	0.3	8	1.716	11	4	5	9
35.4	67	100	1	1	4.5	8	5	3	8
34.6	67	100	1	1	3.15	9	4	4	8
32	75	100	1	1	3	13	8	5	13
36.6	61	100	1	4	2.5	12	6	6	12
31	85	100	1	4	3.333	8	3	4	7
32.8	72	100	1	4	2.783	6	3	3	6
31	85	100	1	8	2	12	7	5	12
28	74	100	1	8	2.5	5	2	3	5
30.4	88	100	1	8	2.333	12	7	5	12
29	81	100	2	1	2.383	10	5	5	10
32.8	69	100	2	1	3.366	9	5	4	9
31.2	81	100	2	1	2.833	12	6	5	11
33.4	72	100	2	4	3	4	2	2	4
31.4	81	100	2	4	3.166	11	6	5	11
30.6	81	100	2	4	2.45	8	5	3	8
31.4	89	100	2	8	2.2	6	3	3	6
30.4	77	100	2	8	1.5	7	4	3	7
27	84	100	2	8	2.433	11	5	5	10
31.2	71	100	3	1	3.333	9	5	4	9
33.2	85	100	3	1	4.166	14	9	5	14
27.2	75	100	3	1	3.85	8	5	3	8
28.8	77	100	3	4	2.883	9	6	3	9
34.8	69	100	3	4	2.383	8	3	4	7
31.2	71	100	3	4	2.916	7	5	2	7
31.7	78	100	3	8	2.75	9	5	4	9
31.2	81	100	3	8	1.883	11	7	4	11
30.6	81	100	3	8	2.333	13	8	5	13
31	85	100	4	1	3.35	13	7	5	12
31	81	100	4	1	2.85	10	5	5	10
29	84	100	4	1	4.5	9	4	5	9
31	75	100	4	4	2.933	7	4	3	7
31.2	81	100	4	4	2.866	4	2	2	4
29	84	100	4	4	2.5	9	6	3	9
30.4	77	100	4	8	2.85	10	5	5	10
33.2	85	100	4	8	2.5	15	7	8	15
30	85	100	4	8	2.2	11	5	6	11
30	71	30	0.3	3.33	0.416	9	5	4	9
29	68	30	0.3	3.33	0.016	12	6	6	12
31.2	72	30	0.3	3.33	0.25	12	6	6	12
33	69	30	0.3	3.33	0.05	8	4	4	8
30	72	30	0.3	3.33	0.133	10	6	4	10

Cont

Temperat (°C)	H.R.	No plantas	Dist lib (m)	%infest	Tiemp búsqueda*	Momias	Hembras	Machos	Total adultos
32.8	72	30	1	3.33	0.016	13	8	5	13
31.2	71	30	1	3.33	0.366	7	4	3	7
31.7	78	30	1	3.33	0.116	15	7	8	15
32.2	72	30	1	3.33	0.033	6	3	3	6
33.2	76	30	1	3.33	0.216	9	5	4	9
28.2	76	30	1	13.33	0.05	12	6	6	12
33	77	30	1	13.33	0.266	7	4	3	7
34	70	30	1	13.33	0.066	8	4	4	8
28.2	81	30	1	13.33	0.183	5	3	2	5
31.2	71	30	1	13.33	0.033	10	5	5	10
33.2	72	30	2	3.33	0.316	9	4	5	9
28.8	77	30	2	3.33	0.166	6	3	3	6
27.2	84	30	2	3.33	0.05	8	5	3	8
33	68	30	2	3.33	0.083	14	7	6	13
28	74	30	2	3.33	0.433	6	3	3	6
31.4	81	30	2	13.33	0.066	13	8	5	13
35.4	67	30	2	13.33	0.25	14	8	6	14
28	88	30	2	13.33	0.033	15	7	5	12
34.4	67	30	2	13.33	0.083	6	3	3	6
29.6	70	30	2	13.33	0.05	11	6	5	11
28.4	76	15	0.3	6.67	0.3	9	3	6	9
31	68	15	0.3	6.67	0.033	5	3	2	5
30	77	15	0.3	6.67	0.15	13	8	5	13
32	68	15	0.3	6.67	0.016	11	6	5	11
32	68	15	0.3	6.67	0.133	15	9	6	15
30	75	15	1	6.67	0.35	10	5	5	10
29	68	15	1	6.67	0.05	12	6	6	12
30	68	15	1	6.67	0.116	10	5	5	10
33	72	15	1	6.67	0.233	6	3	3	6
27	84	15	1	6.67	0.033	8	3	5	8
32.8	72	15	1	26.67	0.266	13	8	5	13
31.2	71	15	1	26.67	0.016	15	7	7	14
28.4	72	15	1	26.67	0.05	5	3	2	5
25	90	15	1	26.67	0.166	7	4	3	7
32.6	68	15	1	26.67	0.033	6	3	3	6
29	70	1	0.3	100	0.033	13	7	6	13
29	70	1	0.3	100	0.016	9	5	4	9
32.4	71	1	0.3	100	0.116	16	7	9	16
28.2	75	1	0.3	100	0.066	11	6	5	11
33.4	76	1	0.3	100	0.05	14	7	7	14
28	74	1	1	100	0.133	10	6	4	10
33	68	1	1	100	0.1	14	7	7	14
26.6	90	1	1	100	0.033	11	6	5	11
30	77	1	1	100	0.05	6	3	3	6
32.6	68	1	1	100	0.016	9	5	4	9

* Tiempo en centésimas de hora