

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA**



DETERMINACIÓN DE ALIMENTACIÓN Y PREFERENCIA DE *Tamarixia triozae* (Burks) (Himenoptera: Eulophidae) SOBRE ESTADÍOS DE *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemíptera: Psillidae).

Por:

JORGE LUIS VEGA CHÁVEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Marzo del 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

DETERMINACIÓN DE ALIMENTACIÓN Y PREFERENCIA DE *Tamarixia triozae* (Burks) (Himenoptera: Eulophidae) SOBRE ESTADÍOS DE *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Psillidae).

TESIS

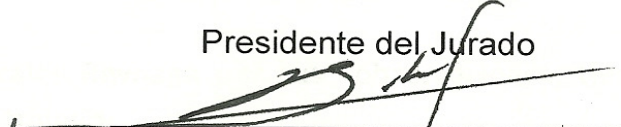
Presentada por:

Jorge Luis Vega Chávez

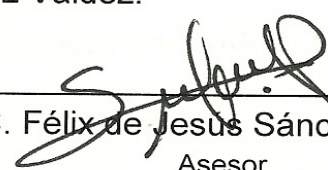
Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Presidente del Jurado

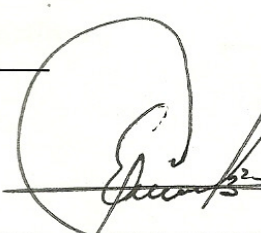

M.C. Víctor Manuel Sánchez Valdez.


M.C. Jorge Corrales Reynaga
Asesor


M.C. Félix de Jesús Sánchez Pérez
Asesor


Dr. Esteban Rodríguez Leyva
Asesor


Dr. José Refugio Lomeli Flores
Asesor


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía


Coordinación
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Marzo 2010

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
ÍNDICE DE CONTENIDOS	i
ÍNDICE DE CUADROS.....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
RESUMEN.....	iv
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Solanáceas.....	3
Importancia económica.....	3
<i>Bactericera cockerelli</i> (Sulck).....	4
Ciclo de vida.....	4
Importancia económica.....	4
Plantas hospederas.....	5
Descripción morfológica.....	6
Ubicación taxonómica.....	8
Familia Eulophidae.....	9
<i>Tamarixia triozae</i> (Burks).....	9
Ubicación taxonómica.....	9
Distribución.....	10
Ciclo biológico.....	10
Alimentación sobre el hospedero (Host-feeding).....	12
MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
Ubicación del experimento.....	14
Producción del Material Biológico.....	14

Producción de plántulas.....	14
Cría de <i>Bactericera cockerelli</i>	15
Cría de <i>Tamarixia triozae</i>	15
Identificación de Alimentación sobre <i>B. cockerelli</i>	17
Pruebas de Preferencia y No preferencia.....	18
Toma de datos.....	19
Análisis estadístico.....	19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
Observaciones del Comportamiento de <i>Tamarixia triozae</i> ..	20
Prueba de No Preferencia (Consumo obligado).....	23
Prueba de Preferencia.....	24
CONCLUSIONES.....	27
LITERATURA CITADA.....	28
APENDICE.....	33

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Principales solanáceas de interés comercial producidas en México(SIAP, 2009).....	3
Cuadro 2. Tamaño en mm de diferentes estadios larvales de <i>Tamarixia sp.</i> encontradas en <i>B. cockerelli</i> (Ramírez, 2007).....	11
Cuadro 3. Concentración de nutrientes que se proporcionaban con el agua de riego a las plantas de jitomate (<i>Solanum lycopersicum</i>).....	15
Cuadro No 4. Promedio de rangos de ninfas atacadas y su separación en grupos estadísticos en la prueba de consumo obligado.....	23
Cuadro 5. Promedio de ninfas atacadas, así como la preferencia que tuvieron las hembras al elegir sobre todos los estadios ninfales de <i>B. cockerelli</i> y su separación en grupos homogéneos.....	25

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura. 1.- Presentación de los estadios ninfales de <i>Bactericera cockerelli</i> . (Sulc).....	8
Figura. 2. Tamarixia emergiendo de una ninfa de <i>Bactericera cockerelli</i> ..	11
Figura 3. Hembra y Macho de <i>Tamarixia triozae</i>	12
Figura 4. Dimorfismo sexual de <i>Tamarixia triozae</i> , izquierda antena de hembra, derecha antena de macho. Foto reproducida con la autorización del Dr. Refugio Lomelí Flores.....	16
Figura 5. Posición de ataque de una hembra de <i>Tamarixia triozae</i> , para realizar el daño con el ovipositor en la parte ventral media del cuerpo de una ninfa de tercer estadio de <i>Bactericera cockerelli</i>	21
Figura 6. Promedio de ninfas atacadas de <i>B. cockerelli</i> por una hembra de <i>Tamarixia triozae</i> , bajo condiciones de Preferencia donde le fueron ofrecidos por igual todos los estadios ninfales.....	24

Resumen

Tamarixia triozae (Burks) se ha reportado parasitando inmaduros de *Bactericera cockerelli* (Sulc). Sin embargo en este trabajo se detectaron hábitos de alimentación de las hembras sobre sus hospederos. Este termino de alimentación se le conoce como “host feeding” cuya traducción significa alimentación sobre el hospedero. La hemolinfa que emerge de sus víctimas sirve para la producción de huevos, incrementar su longevidad y como aporte de energía para el ciclo de vida del parasitoide.

Esta investigación se realizó bajo condiciones de laboratorio en el cual se pudo constatar que la hembra del parasitoide muestra el habito de alimentación sobre su hospedero en las diferentes etapas de desarrollo ninfales, al pincharlo con su ovipositor en repetidas ocasiones para extraer hemolinfa y alimentarse hasta matarlo (Alimentación destructiva). Por consecuencia la hembra tiene que ovipositar sobre otra ninfa hospedera para que su progenie pueda alimentarse de manera adecuada (Alimentación no concurrente).

Las hembras de *Tamarixia triozae* deben evaluar a sus probables victimas, tomando el cuenta el tamaño, la cantidad de hemolinfa que obtendrán así como la cantidad de energía que gastarán al tratar de manipularla para provocar el daño. Esta característica se presenta en los himenópteros sinovigenicos (aquellos que al emerger de la pupa vienen con ninguno o pocos huevos maduros en sus ovariolas). Por tal razón se investigó los hábitos de alimentación y su preferencia sobre los estadios ninfales de *B. cockerelli*.

Las pruebas realizadas fueron sin elección (Consumo obligado) y con elección.

Para la primera prueba de consumo obligado se utilizaron cinco tratamientos con 10 repeticiones, siendo cada estadio ninfal un tratamiento evaluado. En cada caja se introdujeron diez ninfas de un estadio determinado y una hembra de *T. triozae* durante 24 horas.

En la segunda prueba se introdujeron tres ninfas de los cinco estadios en una caja petri haciendo un total de 15 ninfas expuestas a la acción de una hembra de *T. triozae* durante 24 horas en 13 repeticiones. En las dos pruebas la variable a medir fue ninfas atacadas en cada repetición.

El análisis de los datos de acuerdo a la prueba de Shapiro-Wilk muestra que no presentan normalidad por lo cual se analizaron con la prueba Post-hoc de Kruskal-Wallis.

Los resultados de esta investigación señalan que bajo condiciones de consumo obligado *T. triozae* se alimentó de todos los estadios ofrecidos.

Cuando a *T. triozae* se le dio la oportunidad de seleccionar su alimento entre los cinco estadios, prefirió a los de mayor tamaño (4°, 5° y 3°) con énfasis en el cuarto.

Palabras claves: *Bactericera cockerelli*, *Tamarixia triozae*, host feeding, alimentación sobre el hospedero, parasitoide, Himenóptero.

INTRODUCCIÓN

El “pulgón saltador” *Bactericera cockerelli* es una de las plagas más importantes que ataca solanáceas de interés comercial, como chile (*Capsicum* spp.), tomate (*Lycopersicon esculentum*), tomatillo (*Physalis ixocarpa*) y papa (*Solanum tuberosum*) en México (Garzón, 2002); además es un problema muy serio en Estados Unidos (Crosslin y Munyaneza, 2007).

Los daños que ocasiona son directos e indirectos; el directo se relaciona con la alimentación de ninfas, mismas que se alimentan introduciendo su estilete e inyectando toxinas en el floema. El daño indirecto y más importante se relaciona con la transmisión de enfermedades (Garzón, 2003).

Esta plaga se distribuye en Centro y Norteamérica, en México está por todo el país y afecta los cultivos de solanáceas, las cuales representaron el 12.41% de la producción agrícola sólo durante 2007, y representan unos de los ingresos por exportaciones más importantes en el rubro de hortalizas (SIAP 2007).

Debido a la importancia de *B. cockerelli* como plaga de solanáceas en México, y en el mundo (Crosslin y Munyaneza, 2009; Nava-Camberos 2002), a detonado el abuso de insecticidas como única estrategia de combate, incrementando el costo de control, eliminado fauna benéfica. Por tal razón es importante desarrollar alternativas de control que ayuden a sustentar los agroecosistemas de cultivos de solanáceas en México.

Una de estas alternativas debe ser el Control Biológico, como un componente de control dentro del Manejo Integrado de Plagas (MIP). Existen referencias que señalan a *Tamarixia triozae* como el parasitoide más importantes de ninfas de *B. cockerelli*, donde se han registrado altos niveles de parasitismo en ausencia de insecticidas (Bueno y Lomeli-Flores 2002).

Ante la posibilidad de usar *T. triozae* en programas de control biológico por incremento, es necesario conocer la biología básica de la especie. Este conocimiento facilitaría la manipulación de éste en producciones comerciales que ya se han iniciado comercialmente (Koppert de México). Esta especie de parasitoide es sinovigénico; se sabe que los parasitoides sinovigénicos se alimentan del huésped para la maduración y formación de huevos (Jervis y Kidd, 1986; Burger *et al.*, 2004; Rodríguez y Arredondo, 2007), y que es muy importante para la longevidad, la fecundidad y hasta el número de ninfas que puede controlar (Jervis y Kidd, 1986; Burger *et al.*, 2004). Debido a la relevancia de este parasitoide como posible agente de control biológico de *B. cockerelli*, y a la importancia de determinar el efecto de la alimentación sobre el hospedero para mejorar las crías de laboratorio, este trabajo tuvo como objetivos:

- a) Determinar si existe alimentación de *Tamarixia triozae* sobre *Bactericera cockerelli*.

- b) Determinar la preferencia de alimentación de *Tamarixia triozae* sobre los diferentes estadios de *Bactericera cockerelli*.

REVISIÓN DE LITERATURA

Solanáceas

Las solanáceas (Solanaceae Juss.) son una familia de plantas herbáceas o leñosas con las hojas alternas, simples y sin estípulas pertenecientes al orden Solanales, de las dicotiledóneas (Magnoliopsida). Comprende aproximadamente 98 géneros y unas 2700 especies, con una gran diversidad de hábito, morfología y ecología. A nivel mundial es muy importante debido a que en esta familia se encuentran géneros de interés alimenticio, comercial, económico y social como los son el tabaco (*Nicotiana tabacum*), el tomate (*Lycopersicon esculentum*), el jitomate (*Physalis exocarpum*), el chile (*Capsicum annuum*) y en el género *Solanum* encontramos la patata o papa (*Solanum tuberosum*) y la berenjena (*S. melongena*) de las más importantes.

Importancia Económica

En México las principales solanáceas de interés según el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2009) para el cierre del 2008 son:

Cuadro1. Principales solanáceas de interés comercial producidas en México (SIAP, 2009).

Cultivo	Sup. Semb (Ha).	Sup. Cosechada(Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR* (\$/Ton)	Producción (Miles de Pesos)
Tomate rojo	57,248.08	55,942.37	2,263,201.65	40.46	5,611.35	12,699,612.99
Chile verde	146,453.74	131,457.77	2,052,430.77	15.61	5,498.90	11,286,108.31
Papa	61,069.50	60,241.50	1,670,148.30	27.72	4,697.01	7,844,706.28
Tomate verde	46,888.68	45,562.18	609,468.75	13.38	3,755.13	2,288,637.10
Total	311,660.00	293,203.82	6,595,249.47	97.17	19,562.39	34,119,064.68

Resaltando que estos cuatro cultivos representan el 11.15% del valor de la producción anual de cultivos sembrados en el país según el SIAP (2009).

***Bactericera cockerelli* (Sulc)**

El pulgón o salerillo *B. cockerelli* se colectó por primera vez en el estado de Colorado y Nuevo México en los Estados Unidos de Norteamérica en 1894 posteriormente se reportó en Arizona, California, Idaho, Kansas, Minnesota, Montana, Nebraska, Nevada, North Dakota, Oklahoma, Sur de Dakota, Texas, Utah y Wyoming (Pletsch 1947).

En México se documentó la presencia del salerillo, *Bactericera* (= *Paratrioza*) *cockerelli* (Sulc), en 1947, con efecto en solanáceas en Durango, Estado de México, Guanajuato, Michoacán y Tamaulipas (Pletsch 1947).

Ciclo de vida de *B. cockerelli*.

El ciclo de vida de este insecto requiere de 20 a 23 días aproximadamente sumando un total de 139.45 UC hasta la emergencia de las pupas, con un umbral de temperatura inferior de 15.5°C (Montero, 1994). Por su parte Marín (2002) menciona que esta plaga requiere 355.81 UC con una temperatura mínima determinada en 7°C y temperatura superior de 35°C. Fuera de estos umbrales la ninfas mueren.

Importancia Económica en los Cultivos.

Este insecto se constituyó por primera vez como plaga de importancia primaria en la Comarca Lagunera durante el ciclo agrícola de 1997. En esta temporada, prácticamente todas las huertas de tomate fueron severamente afectadas por esta plaga teniendo niveles de incidencia arriba del 50% en plantas dañadas (*Nava-Camberos et al. 2004*) y un 60% de pérdidas en Villa Arista San

Luis Potosí en 1999 (Garzón, 2002). Anteriormente esta especie no se consideraba plaga debido a que existían factores como; parasitoides, lluvia y sol, por mencionar algunos (Montero, 1994).

El daño de este insecto es diversificado y lo ocasionan las ninfas de *B. cockerelli* ya que los adultos no causan daño (Ferguson, *et al.*, 2001) otros autores mencionan que los adultos si se alimentan de la planta (Garzón, 200; el insecto daña al alimentarse de la planta, succiona la savia, afecta el desarrollo, genera un color amarillento y repercute en el rendimiento. Un segundo daño y muy importante es que se le atribuye como vector de varias enfermedades asociadas a algunas solanáceas como es la punta morada PMP (Garzón *et al.*, 2004), el permanente del tomate (Garzón *et al.*, 1992) y la enfermedad llamada Zebra chip asociada a la bacteria *Candidatus liberibacter*. (Crosslin y Munyaneza, 2009) .

Estas enfermedades han originado la aplicación irracional de insecticidas químicos abatiendo la fauna benéfica, modificando el agroecosistema de los cultivos, y convirtiendo plagas secundarias en primarias (Inifap, 2003).

Plantas hospederas de *B. cockerelli*:

Este insecto tiene un amplio rango de hospedantes cultivados y silvestres; ataca a las solanáceas, donde el cultivo de papa es de los mas preferidos por las hembras para depositar sus huevos (Pletsch, 1947).

No solo ataca a la familia de las Solanáceas, si no también a algunas especies de otras familias como lo son; Amaranthaceae, Asclepiadaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Violaceae, Chenopodiaceae, Convolvulaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Lycophyllaceae, Malvaceae, Menthaceae, Pianaceae, Poaceae, Polygonaceae, Rosaceae, Salicaceae, Scrophulariaceae y Zygophyllaceae (Pletsch, 1947)

Descripción morfológica.

Es fácil separar los diferentes instares teniéndolos juntos debido a que el tamaño es muy notorio y fácil de distinguir.

Huevos. Son pedunculados de forma oval anaranjado-amarillento, corion brillante, y un pequeño filamento en uno de sus extremos con el que se adhiere a las superficies de las hojas (Marín *et al.*, 2002; Marín, 2008).

Primer estadio ninfal.- Es aplanado dorsoventralmente, de forma oval, cabeza y cefalotórax redondeado, antenas con segmentos basales cortos, paquetes alares poco visibles, abdomen bien definido con segmentación poco evidente, setas a la periferia del tegumento y la división del cuerpo no está bien diferenciada (Marín *et al.*, 2002; Marín, 2008).

Segundo estadio ninfal.- Es aplanado dorsoventralmente; las divisiones entre cabeza, tórax y abdomen son evidentes. La cabeza de color amarillento con antenas con segmentación no diferenciada. Los ojos presentan un color anaranjado oscuro. El tórax es de color verde-amarillento y los paquetes alares se hacen visibles. Abdomen de coloración amarilla (Marín, 2008).

Tercer estadio ninfal.- Aplanada dorsoventralmente; las divisiones parecidas al segundo estadio pero la diferenciación entre cabeza, tórax y abdomen es más notoria (Marín *et al.*, 2002;). Los ojos son rojos, el tórax de color verde amarillento, se distinguen los paquetes alares y se presenta la segmentación en las patas. (Becerra, 1989). La coloración en las ninfas mencionada por Becerra (1989) tiene cierta coloración amarilla y Marín (2008) la describe como un color verde amarillento. Los ojos presentan una coloración rojiza. El tegumento de las ninfas se observa blando. Y los paquetes alares se hacen visibles (Marín, 2008).

Cuarto estadio.- Ojos de color rojo oscuro, antenas adelgazadas en la parte media terminando con 2 setas sensoras, la segmentación de las patas está definida, se puede apreciar en la parte terminal de las tibiae posteriores tres espuelas, así como 2 segmentos tarsales y un par de uñas(Becerra, 1989). El tegumento del psilido se observa íntegro, los paquetes alares son bien definidos y la segmentación está bien definida.

Quinto estadio.- Cuerpo aplanado dorsoventralmente, cabeza, tórax y abdomen bien definidos, cabeza con antenas engrosadas en su base, reduciéndose sucesivamente hacia su parte terminal, en esta se encuentra 2 setas sensoras insertadas a diferentes niveles. Paquetes alares anteriores presentan los ángulos humerales proyectadas hacia la parte anterior del cuerpo (Marín *et al.*, 2002).

Adulto.- A la emergencia el adulto presenta una coloración verde-amarillenta; es inactivo, alas blandas, que al paso de 3 ó 4 horas se tornan transparentes. La coloración cambia de ligeramente ámbar a café oscuro o negro, el cambio se presenta en los primeros 7 a 10 días. Las hembras presentan cinco segmentos visibles, mas el segmento genital, este es de forma cónica en vista lateral y en la parte media dorsal se presenta una mancha en forma de “Y” con los brazos hacia la parte terminal del abdomen.

Los machos presentan seis segmentos visibles mas el genital; al ver este insecto dorsalmente se distingue las valvas genitales con estructuras en forma de pinza que caracteriza a este sexo (Marín, 2008).



Figura. 1.- Presentación de los estadios ninfales de *Bactericera cockerelli*. (Sulc)

Ubicación Taxonómica.

De acuerdo a Borrer *et al.*, (2005) la ubicación taxonómica del psilido de la papa es la siguiente:

Reino: Animal

Phyllum: Artropoda

Clase: Hexapoda

Orden: Hemiptera

Suborden: Sternorrhyncha

Familia: Psyllidae

Género: *Bactericera*

Especie: *cockerelli* Sulc

Familia Eulophidae:

Schauff *et al.*(2006) describe algunas características de esta familia con tarsos de 4 segmentos; vena marginal larga, extendida hasta la mitad de la longitud del ala anterior. Los eulófidos fluctúan entre varios tamaños que van desde casi 0.5 a 6 mm y la mayoría se encuentra entre 1 y 2 mm. Esta familia tiene alrededor de 3 900 especies. Se reconocen cuatro subfamilias: Eulophinae, Tetrastichinae, Entedoninae y Eudirinae (Fernandez y Sharkey, 2006).

Tamarixia triozae.

Este parasitoide es considerado nativo del Norte de América, como lo señala Jensen (1957) citado por Torres-Meza (2009) encontrándose por primera vez en el estado de Colorado, Estados Unidos de América.

Ubicación taxonómica.

Es limitada la información relacionada con la biología de este parasitoide, su ubicación taxonómica se encuentra en el género *Tamarixia* que durante muchos años se considero sinónimo de *Tetrastichus* y de acuerdo a Boucek, Bull (1988), lo reclasifica y reconoce ubicándolo en el género *Tamarixia*.

Reino: Animal

Phyllum: Arthropoda

Clase: Hexapoda

Orden: Hymenoptera

Superfamilia: Chalcidoidea

Familia: Eulophidae

Subfamilia: Tetrastichinae

Género: *Tamarixia* (= *Tetrastichus*)

Especie: *triozae* (Burks 1943)

Distribución.

Este género de parasitoide se distribuye en todo el mundo, reportándose en Italia, México, en los estados de Arizona, California, Colorado, Idaho, Kansas, Montana, Nebraska, Nuevo México, Texas y Washington de la Unión Americana (Torres-Meza, 2009). En México se registró este himenóptero como parasitoide de *B. cockerelli* en el 2002 (Lomeli-Flores y Bueno 2002); con un porcentaje muy alto de parasitismo de hasta un 80% en Chile citado por Bravo y López (2007), y hasta un 85% en un muestreo realizado en tomate por Lomeli-Flores y Bueno (2002), y otras solanáceas (Bújanos, 2005). *B. cockerelli* ha dejado de ser un problema en Valles Centrales de Oaxaca como plaga y se ha minimizado la aplicación de agroquímicos. De esta forma se facilita el desarrollo de otros depredadores como *Chrysoperla*, *Orius*, *Geocoris*, y algunos Coccinellidos que se alimentan sobre todos los estadios de la plaga (Bravo y López, 2007).

Ciclo Biológico.

Rojas *et al.*, (2009) menciona que el parasitoide tiene un ciclo de vida de alrededor de 12 días en condiciones de laboratorio y es muy parecido su ciclo de vida al de *Tamarixia radiata*.

Huevo; blanco translucido, de forma himenipteriforme, pero con una curvatura longitudinal con apariencia de riñón, Ramírez (2007) añade que el huevo está modificado y forma un ancla, la cual se inserta en el tegumento del hospedero.

La larva emergida del huevo se fija en la parte ventral cerca de donde fue puesto, eclosiona y comienza alimentarse de la hemolinfa de la ninfa causándole daño. El color de la larva es parecida al huevo y se torna de color amarillo e incrementa de tamaño. Se encontró una relación de un huevo por ninfa y ocasionalmente 2 aunque solo se desarrolló una. La larva es de forma vermiforme, verde cristalino y desprovista de patas (Rojas, 2009; Ramírez, 2009).

Cuadro 2. Tamaño en mm de diferentes estadios larvales de *Tamarixia sp.* encontradas en *B. cockerelli* (Ramírez, 2007).

Estadio Larvario.	Dimensiones en milímetros.	
	Longitud.	Ancho.
Primero	0.153	0.089
Segundo	0.2583	0.150
Tercero	0.219	0.186
Cuarto	0.4367	0.218
Quinto	0.4475	0.759

Al terminar su pupación, el adulto emerge haciendo un orificio circular con sus mandíbulas, en la parte superior del integumento del tórax de la ninfa (Rojas, 2009; Pletsch, 1947; Ramírez, 2007). El tiempo que tarda en salir de la pupa es de dos a dos horas y media para poder emerger totalmente según Ramírez (2007).



Figura. 2. *Tamarixia* emergiendo de una ninfa de *Bactericera cockerelli*.

Montero (1994), en su tabla de vida presenta como factor de control natural a un parasitoide del genero *Tetrastichus* (= *Tamarixia*), parasitando ninfas de 4° y 5° estadio. Por su parte Ramírez (2007) menciona parasitismo desde 3° y 4° estadio y resalta la importancia del estudio de este parasitoide para su aplicación en el balance poblacional de *Bactericera cockerelli*. Existen otros factores abióticos de mortalidad como la deshidratación teniendo efecto mayormente en 2°, 3° y 4° estadio además de la lluvia la cual se expresa en menor proporción de mortalidad (Montero, 1994).



Figura 3. Hembra y Macho de *Tamarixia triozae*.

Alimentación sobre el hospedero (Host-feeding).

En parasitoides se pueden encontrar 2 casos diferentes en la producción de huevos al emerger como adultos: existe el caso de los parasitoides proovigénicos que son hembras que al emerger cuenta con su dotación completa de huevecillos, por lo que la alimentación de las hembras no es indispensable para cumplir con la función de oviposición. En cambio los parasitoides sinovigénicos necesitan proteína y tiempo para la maduración de sus huevos. Algunas especies sinovigénicas se alimentan de néctar o mielecilla de las plantas pero otras

consumen la hemolinfa del hospedero. Ésta se obtiene al pinchar con el ovipositor el integumento del hospedero, consumiendo la hemolinfa conforme emerge de la herida. Este proceso se le llama alimentación en el hospedero (Host feeding), un comportamiento presente en muchos parasitoides del orden Himenóptera. (Bernal, 2007; Jervis, 2005).

Existen parasitoides que se alimenta de su víctima y a su vez la utilizan como hospedero de su descendencia (Alimentación concurrente del huésped) dejándolo normalmente vivo (Alimentación no destructiva) para su posterior parasitismo. En cambio otros parasitoides utilizan individuos como fuente de alimento (Depredación) y a otro individuo como hospedero de su descendencia (alimentación no concurrente); normalmente este ultimo tipo de parasitoides mata al alimentarse de su víctima (Alimentación destructiva)(Bernal, 2007; Jervis, 2005).

Se cree que la proteína obtenida por la alimentación sobre el hospedero puede servir para mantener y prolongar la vida del parasitoide, o ayudar en la maduración de los huevos (Cheryl *et al.*, 1995).

Un experimento realizado por Rivero y Casas (1999) demostró que una proporción significativa de los recursos obtenidos por el afelinido *Aphytis melinus*, parasitoide de insectos, es almacenado y utilizado de forma paulatina durante toda la vida de la avispa.

Mientras que Girón *et al.*,(2004) menciona que la alimentación sobre el hospedero aumenta tanto la producción de huevos y la longevidad de *Eupelmus vuilletti*. El aumento de la fecundidad es principalmente determinado por la cantidad de lípidos obtenidos, mientras que la prolongación de la vida es determinada principalmente por carbohidratos. Lo importante de los nutrientes adquiridos a través de la alimentación del hospedero y lo que ha invertido en los huevos es variable durante la vida del insecto y la administración que este le dé. (Girón *et a*,/2004).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del Experimento

Este trabajo se realizó en el laboratorio e invernaderos de control biológico del Programa de Entomología y Acarología, perteneciente al Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, ubicado en la Carretera México-Texcoco km. 36.5, Texcoco, Edo. de México, con la siguiente ubicación: Latitud: 98° 39' 28" - 99° 01' 45" y Longitud: 19° 23' 40" - 19° 33' 41" a una altura de 2250 msnm.

La producción del material biológico se realizó bajo condiciones de invernadero a una temperatura de $26^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$ y $60 \pm 15\%$ de humedad relativa. Los experimentos con parasitoides se desarrollaron en una cámara con una temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 2$ y una humedad relativa de $60 \pm 15\%$.

Material Biológico

Producción de plantas.- Se utilizó jitomate (*Lycopersicon esculentum*) de la variedad "Rio grande". Se seleccionó ésta porque presenta características de hábito determinado, es resistente y tolerante a una amplia gama de enfermedades y requiere de poco espacio. Todas estas características facilitaron el manejo de las plantas dentro de las jaulas en las que se mantuvieron para su crecimiento y manipulación.

La producción de las plántulas de jitomate se realizó en charolas germinadoras con un sustrato conocido comercialmente como Turba de Sphagnum canadiense. En cada cavidad de las charolas se colocaban dos semillas y se cubrían con turba; a los 25 días se trasplantaban a macetas con el mismo sustrato. Las plantas se mantuvieron por aproximadamente un mes para tener hojas bien desarrolladas, y con folíolos amplios para obtener discos de hoja de 4 cm de diámetro aproximadamente. Las plantas se regaban, generalmente dos veces al día, con una solución nutritiva (Cuadro 1) que favorecía el desarrollo vegetal y aseguraba las hojas de las dimensiones indicadas con anterioridad.

Cuadro 3. Concentración de nutrientes que se proporcionaban con el agua de riego a las plantas de jitomate (*Solanum lycopersicum*).

Elemento	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	B	Cu	Zn
Ppm	250	60	250	285	60	240	3	0.5	0.5	0.1	0.1

Cría de *Bactericera cockerelli*.- Para iniciar la cría de este insecto se solicitaron adultos a la empresa Koppert de México S.A de C.V, misma que está ubicada en Querétaro, México, empresa dedicada a la reproducción y venta de insectos benéficos. Los adultos de *B. cockerelli* se colocaron en jaulas de 80 x 80 x 100 cm construidas con madera y tela de organza. La jaula aislaba a *B. cockerelli* de otros insectos, evitaba su escape, además proporcionaba ventilación y luz a las plantas que se colocaban dentro de las jaulas, mismas que servían de alimento y sitio de reproducción a la colonia. Se mantuvieron de tres a cinco jaulas de *B. cockerelli* con introducción de plantas cada dos o tres semanas para mantener la colonia y para obtener el material para los experimentos.

Cría de *Tamarixia triozae*.- El pie de cría de los parasitoides se recolectaron en solanáceas con ninfas de *B. cockerelli* parasitadas en Salvatierra, Guanajuato, que está situada a 100° 53' longitud oeste del meridiano de Greenwich, y a 20° 12' latitud norte, a 1,749 msnm, durante los meses de septiembre y octubre de 2008. Igualmente se recolectaron especímenes del parasitoide mediante plantas trampas en la misma fecha en Montecillo, Texcoco, Edo. de México, situado entre los paralelos 19°29' de longitud norte, y 98°54' de longitud oeste, a 2250 msnm. Con este material biológico se estableció una cría masiva que sirvió para realizar una serie experimentos en torno a este parasitoide.

Para la reproducción de los parasitoides se usaron jaulas de 100 x 95 x 65 cm construidas con madera y tela de organza para facilitar el manejo. La manutención de la cría consistió, básicamente, en la introducción de plantas de

jitomate que habían sido previamente infestadas con *B. cockerelli* y con ninfas de diferentes instares. Las plantas con ninfas se mantenían con los parasitoides por 4 o 5 días. Después de ese tiempo, las ninfas de instares avanzados adquirirían una coloración marrón y el exoesqueleto de las ninfas se adhería a la hoja, con una textura característica lo cual fue un indicador de que dicho estadio estaba parasitado. Estas ninfas o momias se apartaban, podando la hoja para posteriormente colocarse en jaulas de acrílico de 30 x 40 x 30 cm, como cámaras de emergencia de adultos.

En ellas se mantenían todas las hojas con ninfas parasitadas hasta la emergencia de los parasitoides. Sobre la cara interna del techo de la jaula se colocaron constantemente gotas de miel para que los parasitoides se alimentaran desde el inicio de su emergencia, y hasta su retiro de la jaula para formar nuevas jaulas de cría, o para usarlos en los experimentos.

La reproducción del parasitoide se realizó bajo condiciones de invernadero a temperatura de $26^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$ y $70 \pm 20\%$ de humedad relativa.

Para separar los parasitoides por sexo, se usó su dimorfismo el cual se detecta en la forma de las antenas. Las hembras tienen antenas geniculadas con una clava bien desarrollada, mientras que los machos no tienen esa clava y tienen muchas setas a lo largo de las antenas.

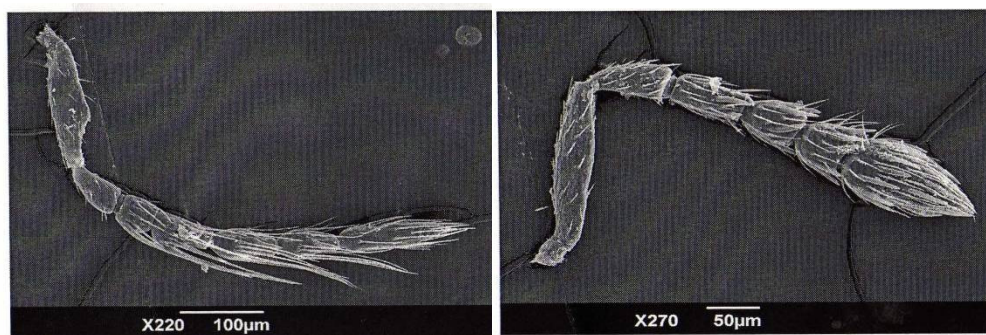


Figura 4. Dimorfismo sexual de *Tamarixia triozae*, izquierda antena de hembra, derecha antena de macho. Foto reproducida con la autorización del Dr. Refugio Lomelí Flores.

Identificación de alimentación sobre *B. cockerelli* .

Para identificar si existe alimentación sobre el hospedero se observó directamente al microscopio dicho proceso en ninfas de primer a quinto estadio, tomando notas sobre su comportamiento. Las ninfas se transferían el mismo día de la observación con un pincel entomológico de plantas infestadas de tomate a cajas petri con un disco de foliolo de hoja de tomate. Debajo de este se colocó papel filtro húmedo para preservar el foliolo con humedad y procurar que las ninfas se mantuvieran en el disco.

Los parasitoides se aspiraban por la mañana y se colocaron en tubos de plástico con pequeñas gotas de miel en la tapa. Para las observaciones se retiraban las gotas de miel 24 horas antes para estimular la alimentación sobre las ninfas (ayuno).

Para realizar las observaciones de alimentación, se sexaron los parasitoides separando a las hembras en un tubo de cristal de siete punto cinco centímetros de altura por un centímetro de diámetro. Posteriormente se depositó una hembra en cada caja petri con sus respectivas ninfas y se pasó a un estereoscopio con oculares de 10X para observar su comportamiento e identificar el daño por alimentación (host feeding). Los tiempos de observación variaron de una a cinco horas, hasta lograr el objetivo de observar el proceso de alimentación de *Tamarixia* sobre su hospedero.

Se utilizaron solo hembras de *Tamarixia* debido a que en observaciones preliminares no se encontró que el macho se alimentara del hospedero.

Pruebas de Preferencia y No Preferencia.

Las pruebas que se realizaron durante este experimento fueron las de “Preferencia” y “No Preferencia” sobre estadios ninfales de *B. cockerelli*.

Para las dos pruebas se colocaron discos de foliolos en cajas petri de 4.5 cm con orificios hacia a los lados que permitía la aireación y eliminar el exceso de humedad con una base de papel húmedo para conservar el foliolo fresco.

Los parasitoides eran aspirados en un bote de plástico de ocho centímetros de largo por dos centímetros de diámetro de las jaulas que fueron asignadas para la emergencia. Esto se hacía por las mañanas y se asumía que los parasitoides correspondían al día anterior, los cuales se mantuvieron con miel y se les retiraba 24 horas antes de la prueba. Todos los parasitoides se mantenían juntos y en las mismas condiciones para asegurar que estuvieran apareados y poder elegir al azar la hembra que se destinó para las pruebas.

Para la prueba de “Preferencia” (Choice) se colocaron en las cajas petri tres ninfas de cada instar, es decir un total de 15 ninfas por caja y cada una de estas se le proveyó una hembra del parasitoide que había estado sin alimento por 24 horas. Después de esto fueron llevadas a la cámara de ambiente controlado y se dejó ahí por 24 horas para posteriormente tomar los datos. Se utilizaron 11 repeticiones y las variables a medir fueron: ninfas con daño y estadio ninfal preferido.

Para la prueba de “No preferencia” o consumo obligado a un solo estadio se colocaron 10 ninfas de cada instar en cajas petri por separado (primer, segundo, tercer, cuarto y quinto estadio). Se les proporcionó un parasitoide siguiendo los procedimientos citados anteriormente con un tiempo de exposición de 24 horas. Para cada estadio el experimento se repitió 10 veces.

Toma de datos.

Para la toma de datos en ambas pruebas se siguió el procedimiento que a continuación se describe; las cajas petri se retiraron de la cámara, el parasitoide se retiró y verificó bajo el microscopio que el parasitoide fuera hembra. Después de esto se tomaron los datos abriendo las cajas y examinando cada ninfa bajo el microscopio para identificar evidencia de alimentación sobre el hospedero.

Se consideró como criterio de muerte por alimentación sí las ninfas presentaron daños en su tegumento además de contraer su abdomen hacia su cefalotórax quedando en forma de “V” invertida y/o la ninfa quedaba con aspecto de haber sido succionada, sin movimiento o muerta.

Análisis estadístico

La distribución de los datos fue analizado por la prueba Shapiro-Wilk para comprobar normalidad, resultando un P-valor < 0.01 , lo que se concluye que no existe normalidad, aún realizando la transformación de Box y Cox. Por este motivo se procedió a trabajar con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar si existe diferencia entre los tratamientos, en caso afirmativo se aplicó una prueba post-hoc Kruskal-Wallis para encontrar al mejor tratamiento.

Resultados y Discusión

Observaciones del Comportamiento de *Tamarixia triozae*:

Las avispas parasitoides de la especie *Tamarixia triozae*, según lo observado en este experimento, mostraron que además de ovipositar en su hospedero, también pueden alimentarse sobre él, siendo no concurrente sobre el mismo hospedero. Este proceso se denomina alimentación sobre el huésped y significa que la hembra requiere de nutrientes que puede obtener de las ninfas de *Bactericera cockerelli*, mediante el daño con su ovipositor pinchando el tegumento de ninfas de *B. cockerelli*. Además de la hemolinfa se observó alimentándose de los líquidos de la planta y la excreta de la ninfa que es de color blanco y parecía un tipo de sal en las hojas de las plantas. También se alimentó de forma artificial con miel lo que sirvió para mantener las poblaciones del parasitoide.

En la investigación realizada se observaron diferentes tipos de comportamiento para la búsqueda y obtención de la hemolinfa del hospedero. El parasitoide, inició con la evaluación de sus probables víctimas que le sirvieron como alimento, Al principio utilizó el “anteneo”, a través de sus sensores en las antenas para seleccionar la presa adecuada. Posteriormente se aproxima y toca el tegumento de la ninfa desde la cabeza hasta el abdomen utilizando sus patas, aparato bucal y antenas, mientras giraba alrededor de esta. En seguida sube al cuerpo y realiza movimientos sobre la ninfa, al parecer evaluando su tamaño. Cabe señalar que los movimientos descritos variaron en cuanto a la secuencia, tiempo de manipuleo y la selección de la presa en ir de ninfa en ninfa hasta encontrar la adecuada. Una vez que definen su presa se colocan en posición de ataque; ubicándose de manera posterior al cuerpo de la ninfa, en dirección hacia el abdomen para colocar el ovipositor en la parte ventral de la ninfa y lograr pincharla en repetidas veces hasta que emerge la hemolinfa para proceder a su alimentación.



Figura 5. Posición de ataque de una hembra de *Tamarixia triozae*, para realizar el daño con el ovipositor en la parte ventral media del cuerpo de una ninfa de tercer estadio de *Bactericera cockerelli*.

Las ninfas a manera de defensa se inclinaron y bajaron el cuerpo, presionándolo hacia la hoja para impedir que la avispa pudiera causarle daño evitando que introdujeran su ovipositor. El parasitoide levanta la ninfa con ayuda de su segundo par de patas y deja expuesta la parte ventral de la ninfa. Un segundo mecanismo de defensa de la ninfa ocurre cuando el parasitoide logra ubicar su ovipositor en el tegumento, ésta realiza movimientos de forma pendular (aprox. 60 grados) para zafarse del ovipositor del parasitoide y/o después retirarse. Muy pocas ninfas lograron evadir este ataque, siendo casi siempre las de quinto estadio.

Cuando las avispas tuvieron éxito en su manipuleo, probablemente inyectan algún tipo de inmovilizador lo que permite a la avispa pinchar en repetidas ocasiones el mismo sitio con movimientos de atrás hacia adelante, intercalándolo con movimientos oscilatorios para ocasionar un mayor daño y fluya la hemolinfa al exterior del tegumento. Después de esta acción la *Tamarixia* gira y comienza su alimentación de la hemolinfa. En ocasiones vuelve a pinchar en el mismo sitio o en

diferentes partes del tegumento predominando la parte de la cabeza y la parte lateral del abdomen y en menor frecuencia el tórax esto para seguir alimentándose de la misma ninfa.

Normalmente, el daño por alimentación termina matando a la ninfa (alimentación destructiva) tal y como lo mencionó Jervis y Kidd, (1986). Las evidencias de la muerte son; gotas de hemolinfa pegada cerca de la parte afectada, además se observa el abdomen retraído hacia el interior en forma de "V". En otros casos se observó daño directo en las ninfas en el tejido afectado, carencia de movimiento y apariencia desecada o deshidratada. Montero (1994) en su tabla de vida señala la deshidratación como factor de mortalidad de ninfas de tercero y cuarto estadio, lo cual pudiera estar relacionado con el proceso de alimentación sobre el huésped.

El número de ninfas muertas por alimentación en observaciones previas fueron hasta 5 en una hora, mostrando gran actividad de la avispa durante este tiempo, consumiendo mínima cantidad de hemolinfa en cada ninfa. Mientras que en otras observaciones el parasitoide mostró muy poca actividad en las mismas condiciones. Esto refleja variabilidad en su comportamiento, lo cual se evidencia en las pruebas realizadas.

Prueba de No Preferencia (Consumo obligado).

En esta prueba de consumo obligado la hembra de *Tamarixia triozae* no tuvo oportunidad de elegir algún estadio específico, restringiendo su consumo al estadio ofrecido, sin opción a elección.

La prueba no paramétrica Post-hoc de Kruskal-Wallis reveló que no existe diferencia significativa en estadios afectados, tal como se expone en el cuadro numero 4.

Cuadro No 4. Promedio de rangos de ninfas atacadas y su separación en grupos estadísticos en la prueba de consumo obligado.

Estadios atacados	Media de rango	Grupos Homogéneos
3	35.400	A*
4	26.000	A
2	25.450	A
1	23.150	A
5	17.500	A

*Los tratamientos marcados con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba a post-hoc Kruskal-Wallis al 0.05 de significancia.

El resultado de esta prueba indica que *Tamarixia triozae* es capaz de alimentarse de todos los estadios cuando no tiene opción de elección, para satisfacer sus necesidades de alimentación. Esta prueba corrobora el proceso de alimentación sobre el hospedero (host feeding) independientemente del estadio ofrecido.

Prueba de Preferencia

Cuando a *Tamarixia triozae* se le dio la posibilidad de seleccionar el estadio preferido para alimentación, el orden de elección cambio con respecto a la primera prueba, encontrándose mayor preferencia en el cuarto estadio como se muestra en la figura 6, donde se percibe que existe preferencia de alimentación sobre los estadios ninfales mayores incluyendo además el quinto y tercero. En cambio no mostró preferencia para alimentación del primer estadio debido a que durante la prueba no se observo ningún daño por alimentación. Por su parte en las ninfas de segundo estadio se mostró muy baja preferencia tal y como se observa en la figura 6.

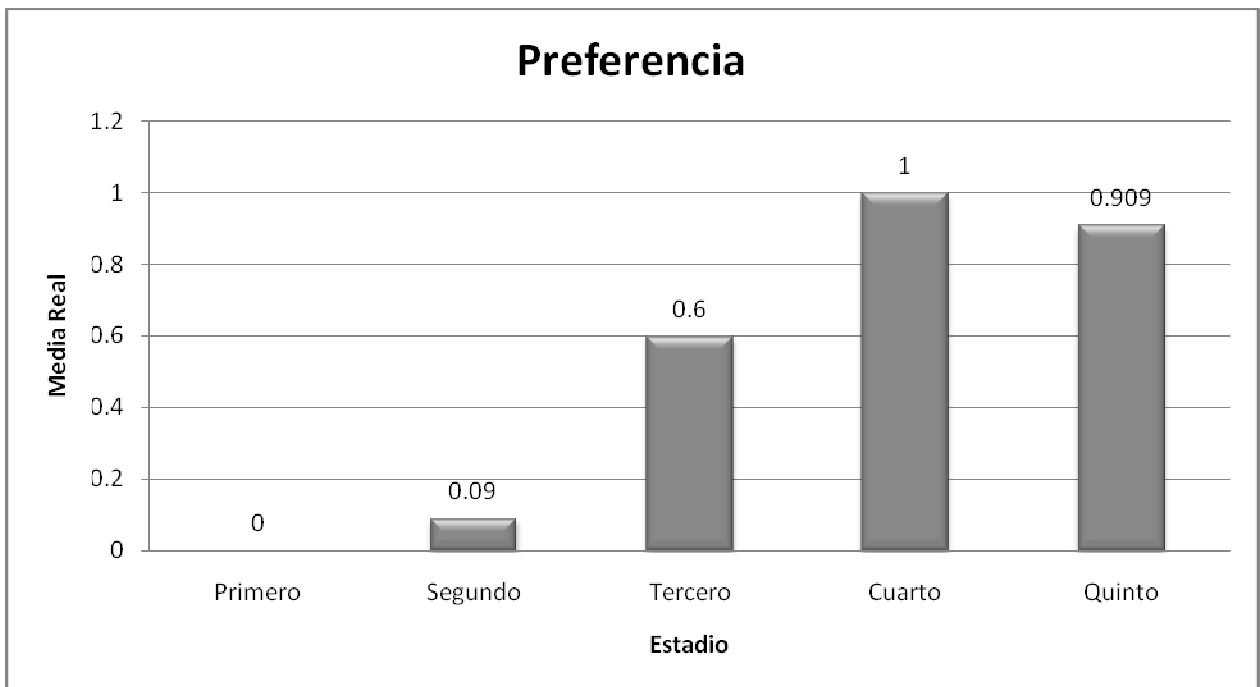


Figura 6. Promedio de ninfas atacadas de *B. cockerelli* por una hembra de *Tamarixia triozae*, bajo condiciones de Preferencia donde le fueron ofrecidos por igual todos los estadios ninfales.

El análisis estadístico reveló que existe diferencia significativa entre estadios afectados al momento de someter el parasitoide a todos las ninfas como presas en las mismas cantidades. La prueba Post-hoc de Kruskal – Wallis, establece dos grupos estadísticos. El grupo estadístico marcado por la letra “A” señala a los estadios preferidos, lo cual coincide con lo visto en la figura 6 donde orienta su preferencia a los de mayor tamaño. Excluye solamente al primer estadio en el cual el consumo fue nulo. El segundo grupo estadístico incluye a los tratamientos marcados por la letra “B” y refiere a los menos preferidos, separando al cuarto estadio como el más consumido por el parasitoide para alimentarse a partir de la extracción de hemolinfa de los inmaduros de *B. cockerelli*.

Cuadro 5. Promedio de ninfas atacadas así como la preferencia que tuvieron las hembras al elegir sobre todos los estadios ninfales de *B. cockerelli* y su separación en grupos homogéneos.

Estadios atacados	Media de rango	Grupos homogéneos
4	43.115	A
5	35.885	AB
3	34.500	AB
2	29.500	AB
1	22.000	B

*Los tratamientos marcados con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba a post-hoc de Kruskal – Wallis con un Alfa de 0.05 de significancia.

Esta preferencia por el cuarto estadio se puede ver reflejada a que la presa ofrece alimentación suficiente y facilidad de manipuleo. Presas de mayor tamaño como las de quinto estadio también pueden ser preferidas pero ofrecerán mas acciones defensivas lo que puede reducir el éxito del ataque, siendo aptos para someter solamente a presas de tamaño similar, como es el caso del cuarto estadio ninfal. De igual manera, la decisión de ataque entre las diferentes edades de las

ninfas de *B. cockerelli* dependen de la evaluación rápida que hace el parasitoide sobre la energía neta que obtendrá por unidad de presa consumida, es decir, la diferencia entre la energía obtenida al consumir una presa y la energía que gasta al manipular y matar a su presa. (Rodríguez-del-Bosque y Arredondo-Bernal, 2007 y Van Driesche, 2007). En esta elección se puede ver reflejada que el cuarto y quinto estadio presentan mayor cantidad de hemolinfa en relación a sus anteriores estadios, solo que el cuarto presenta una menor defensa en comparación al quinto ya que éste presenta más movilidad para escapar de su atacante. El tercer estadio representa una presa de fácil manipuleo, pero la recompensa en energía es baja. El segundo y primero prácticamente no los toma en cuenta por su baja oferta de alimento a pesar de que son presas de fácil manipuleo.

Estos resultados coinciden con los citados para otros himenópteros sinovigénicos, donde existe consumo en todos los estadios, pero con preferencia hacia los de mayor desarrollo como lo muestra Lian-Sheng Zang & Tong-Xian Liu (2004) en un experimento con *Encarsia spp.* Sobre *Bemisia tabaci*.

Tamarixia triozae es un parasitoide con características de depredador en su biología por lo que le da un plus como agente de regulación poblacional sobre la plaga *Bactericera cockerelli* siendo de gran interés para los productores de solanáceas.

Conclusiones

1.-*Tamarixia triozae* presentó el comportamiento de alimentación sobre el hospedero (host feeding), dañando el tegumento de las ninfas para extraer la hemolinfa y después alimentarse de ella.

2.-En la prueba de consumo obligado se concluye que *Tamarixia triozae* es capaz de alimentarse de todos los estadios de *Bactericera cockerelli*.

3.-En condiciones de elección *Tamarixia triozae* prefiere a los estadios ninfales mayores con énfasis al cuarto, quinto y tercero respectivamente.

Literatura citada

- Avilés, G. M. C., Garzón T. J. A., Marín-Jarillo. A., Caro M. P. H. 2004, El psilido del Tomate *Paratrioza cockerelli* (Sulc): biología, ecología y su control. In Taller sobre *Paratrioza cockerelli* Sulc. como plaga y vector de fitoplasma en hortalizas. Fundación produce Sinaloa, A. C. da. Ed. Culiacán, México. Pp. 21-35.
- Becerra A. Flora 1989.- Biología de *Paratrioza cockerelli* (Sulc) y su relación con la enfermedad de "Permanente del tomate" en el bajío. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Querétaro. Ciencias Químicas. 55 p
- Bernal. J. S. 2007 Biología, Ecología y Etología de Parasitoides. In Teoría y Aplicación del Control Biológico Rodríguez-del-Bosque, L. A. y H. C. Arredondo-Bernal (eds.). 2007. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México. Pág. 61-74
- Bravo, M. E., L. P. López. 2007. Principales plagas de agua en los valles centrales de Oaxaca. Fundación produce Oaxaca A.C Abril 07, Pág. 14-15
- Bújanos, M. R., J. A. Garzón, A. Marín. 2005. Manejo integrado del pulgón saltador *Bactericera* (=Paratrioza) *cockerelli* (Sulc) (Hemiptera;Triozidae) en los cultivos de solanáceas en México. Segunda Convención Mundial de Chile. Zacatecas, México. Pp.93-99.
- Burger, J. M. S., T. M. Reijnen, J. C. Van Lenteren, L. E. M. Vet. 2004. Host feeding in insect parasitoids: why destructively feed upon a host that excretes an alternative. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 112: 207-215.

- Cheryl J. B., R. M. Nisbet, W. W. Murdoch, T. R. Collier, J.A.J. Metz., 1995.
Dynamical Effects of Host-Feeding in Parasitoids. *Journal of Animal Ecology*, Vol. 64, No. 3 (May, 1995), pp. 403-416.
- Ferguson, G.E. Banks, H. Fraser. 2001. Potato psyllid. A New Pest in green house Tomatoes and peppers. <http://www.ipm.ucdavis.edu./pmg/rg0730081.1.html>
- Fernández, F. M. J. Sharkey. 2006. Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C. Pp. 111, 755-760.
- Garza U. E. y A. Rivas M. 2003. Manejo integrado de las plagas de chile y jitomate en la zona media de San Luis Potosí. INIFAP- CIRNE. Campo experimental Ebano. Folleto para Productores. Núm. 5. San Luis Potosí, México. 47 p.
- Garzón, T. J. A., F. A. Becerra, A. Marín, A. C. Mejía, y M. K. F. Byerly. 1992. Manejo integrado de la enfermedad "Permanente del tomate" (*Lycopersicon lycopersicum* Karst ex Fawll Mill.), en el Bajío. *In*: Urías, C., R. Rodríguez, y T. Alejandre (eds). Afidos como vectores de virus en México. Colegio de Postgraduados, Centro de Fitopatología. Vol. 1. pp: 116-129
- Garzón, T. J. A. 2002. Asociación de *Paratrioza cockerelli* Sulc. con enfermedades en papa (*Solanum tuberosum*) y tomate (*Lycopersicum lycopersicum* Mil. Ex. Fawnl) en México. *In*: Memoria del Taller sobre *Paratrioza cockerelli* (Sulc.) como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Culiacán, Sinaloa, México. pp: 79–87
- Garzón, T. J. A. 2003. El pulgón Saltador o la Paratrioza, una amenaza para la Horticultura de Sinaloa. *In*: Memoria del Taller sobre *Paratrioza cockerelli* Sulc. como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Culiacán, Sinaloa. México. pp: 9-12.

- James M. Crosslin & Joseph E. Munyaneza. Evidence. 2009. That the Zebra Chip Disease and the Putative Causal Agent Can be Maintained in Potatoes by Grafting and In Vitro. Potato Association of America
- Jervis. M. A., 2005. Insects as Natural Enemies: A Practical Perspective. Kluwer, Academic Publishers Dordrecht, The Netherlands. Pp. 37-38.
- Jervis, M. A., and N. A. C. Kidd. 1986. Host-feeding strategies in hymenopteran parasitoids. Biol. Rev. 61: 395-434.
- Lian-Sheng Zang & Tong-Xian Liu. 2007. Host-feeding of three parasitoid species on *Bemisia tabaco* biotype B and implications for whitefly biological control. *In: Entomologia Experimentalis et Applicata..* Weslaco, TX, Texas A&M University System Pp. 55–63
- Lomeli-Flores J. R. y R. Bueno. 2002. Nuevo registro de *Tamarixia triozae*(Burks) parasitoide del psilido del tomate *Paratrioza cockerelli*(Sulc)(Homoptera; Psyllidae) en México. Folia Entomología Mexicana 41: 375-376.
- Marín J. A. 2008. Biología, Ecología e identificación de insectos vectores en cultivo de papa. *In: Detección, diagnóstico y manejo de la enfermedad punta morada de la papa.* Ed. Parnaso. Málaga España. Departamento de Parasitología UAAAN. Pp 115-135.
- Marín, J. A., J. A. Garzón, A. Becerra, C. Mejía, R. Bujanos, y K. F. Byerly. 2002. Ciclo biológico y morfología del salerillo *Patrioza cockerelli* (Sulc) (Homoptera: Psyllidae), como vector de la enfermedad “permanente del jitomate” en el Bajío. *In: Memoria del Taller sobre Paratrioza cockerelli* (Sulc.) como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Culiacán, Sinaloa, México. pp: 37-45.

- Montero R. L., 1994. Ciclo de vida y factores de mortalidad del psyllido del tomate *Paratrioza cockerelli* (Sulc)(Homóptera: Psyllidae). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Tesis de licenciatura.
- Munyaneza, J.E., J. M. Crosslin, and J. E. Upton. 2007. Association of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) with “Zebra Chip,” a new potato disease in Southwestern United States and México. J. Econ. Entomol. 100: 656-663.
- Munyaneza, J.E., J. M. Crosslin, Jeremy L. B., 2009 Seasonal Occurrence and Abundance of the Potato Psyllid, *Bactericera cockerelli*, in South Central Washington. Potato Association of America 2009.Vol. 86. Numero 6. pp: 113-518.
- Nava-Camberos U., M. C. Avilés, A. A. Fu-Castillo. 2004. Muestreo y umbrales de acción de plagas en hortalizas. *In*: Memoria de manejo de plagas en los Cultivos de tomate, chile y pepino. Culiacán, Sinaloa. México. pp: 17-24
- Pletsch, D.J. 1947. The potato psyllid *Paratrioza cockerelli* (Sulc), its biology and control. Montana Agricultural Experiment Station Bulletin 446: 95.
- Ramírez M. R.2007. Observaciones del ciclo biológico de *Tamarixia sp.* (Hymenoptera; Eulophidae) en el psyllido de la papa (Hemiptera: Psyllidae) *Paratrioza cockerelli* Sul. Tesis de Licenciatura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Pp. 23
- Rodríguez-del-Bosque, L. A. y H. C. Arredondo-Bernal (eds.). 2007. Teoría y Aplicación del Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico, Primera edición. México. P.303

Rojas P. R., Rodríguez-Leyva E., Lomeli-Flores, T-X Liu. 2009. Ciclo de vida de *Tamarixia triozae* (HYMENOPTERA; EULOPHIDAE) parasitoide de *Bactericera cockerelli* (HEMIPTERA: TRIOZIDAE) In: Libro de Memorias: XXXII Congreso Nacional de Control Biológico. Pp. 153-156.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. 2006.

http://www.alimentosargentinos.gov.ar/03/revistas/r_31/cadenas/tomate_indus.htm. República de Argentina. Fecha de consulta: Septiembre 25, 2006.

APÉNDICE

Pruebas de Normalidad.-

Prueba de Shapiro-Wilk en el caso de preferencia.

Variable	N	W	P
Alimentación del hospedero	65	0.6510	0.0000

Prueba de Shapiro-Wilk en el caso de No preferencia (Consumo obligado).

Variable	N	W	P
Alimentación del hospedero	50	0.7755	0.0000

A un valor de $P < 0.0000$ indica que existe alta probabilidad de que los datos obtenidos del experimento son “No normales” por lo tanto se trabajo con la prueba de Kruskal Wallis.

Prueba de Kruskal Wallis.-

No preferencia o consumo obligado.-

Estadio	Media de rango	Tamaño de muestra
1	23.2	10
2	25.5	10
3	35.4	10
4	26.0	10
5	17.5	10
Total	25.5	50

Estadística de Kruskal-Wallis: 8.6633,

Prueba de de Ji-cuadrada, con un P-valor de: 0.0701

Prueba No paramétricas Post-hoc de Kruskal-Wallis para alimentación sobre el hospedero por estadio y su comparación por grupos.

Estadios	Media de rango	Grupos Homogéneos
3	35.400	A
4	26.000	A
2	25.450	A
1	23.150	A
5	17.500	A

Alfa 0.05

Valor crítico de Z: 2.807 Valor crítico de comparación: 18.300

No hay ninguna diferencia importante entre los medios.

Preferencia de Alimentación.-

Estadio	Media de rango	Tamaño de muestra
1	22.0	13
2	29.5	13
3	34.5	13
4	43.1	13
5	35.9	13
Total	33.0	65

Estadística de Kruskal-Wallis 12.7508

Prueba de de Ji-cuadrada, con un P-valor de: 0.0126

Prueba No paramétricas Post-hoc de Kruskal-Wallis para alimentación sobre el hospedero por estadio y su comparación por grupos.

Estadio	Media	Grupos homogéneos
4	43.115	A
5	35.885	AB
3	34.500	AB
2	29.500	AB
1	22.000	B

Alfa: 0.05

Valor crítico de Z: 2.807 Valor crítico de comparación: 20.818

Hay 2 grupos (A y B) en la que las medias son significativamente diferentes entre sí al comparar con el método Post-hoc de Kruskal Wallis.