

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Parámetros Poblacionales de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae) Procedentes
de San Luis Potosí y Coahuila-Nuevo León

Por:

DANGLI CALDERON ORDOÑEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Parámetros Poblacionales de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae) Procedentes
de San Luis Potosí y Coahuila-Nuevo León

Por:

DANGLI CALDERON ORDOÑEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

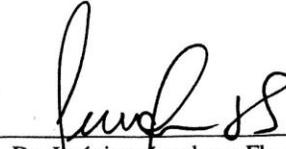
Aprobada



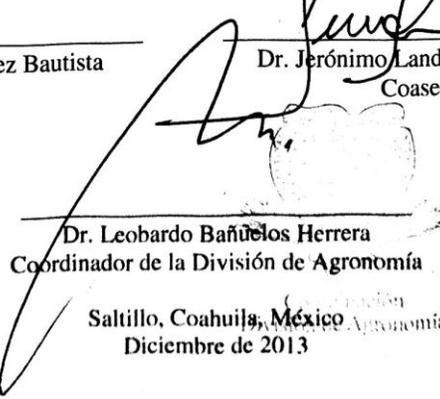
Dr. Ernesto Cerna Chávez
Asesor Principal



M.C. Omar Hernández Bautista
Coasesor



Dr. Jerónimo Landeros Flores
Coasesor



Dr. Leobardo Baños Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México
Diciembre de 2013

RESUMEN

Bactericera cockerelli (Sulc.) es una especie plaga importante en varias zonas productoras de solanáceas a nivel nacional, dicha especie se alimenta preferentemente de solanáceas inyectando el estilete succionando conductos del floema, provocando así dos tipos de daño, el directo el cual implica a una cierta cantidad de insectos capaces de alterar el funcionamiento normal de la planta expresándose en amarillamientos en las plantas infestadas, el daño indirecto como transmisor de *Candidatus Liberibacter solanacearum*, este ultimo provoca en la papa una necrosis radial en los tubérculos conocida comúnmente como “Zebra chip”, esta enfermedad demerita la calidad y dificulta la comercialización, registrando pérdidas importantes por arriba del 70% en diferentes cultivos de solanáceas, unas de las regiones mas afectadas por el ataque de estos triozidos en la zona papera de Coahuila y Nuevo León, así como la región chilera de Villa de Arista en San Luis Potosi, siendo la oviposición y su velocidad de desarrollo uno de los principales factores que permiten elevadas poblaciones en ambas zonas por lo que en este trabajo se determinó los parámetros poblacionales de *B. cockerelli* en dos poblaciones teniendo como resultados: Σm_x : 446.25 y 397.5, R_o : 5.3 y 7.95; r_m : 0.062 y 0081; T: 30 y 25.6 días; TD: 11.07 y 8.51 días; λ : 1.064 y 1.08 para las poblaciones de SLP y CNL respectivamente.

Palabras clave: Paratrioza, supervivencia, tablas de vida, tasa intrínseca de crecimiento, tasa de reproducción neta, tiempo generacional, tiempo de duplicación.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por su grandeza, dándome la vida, una hermosa familia y la dicha de permitirme cursar satisfactoriamente una licenciatura.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** y su **Departamento de Parasitología**, por darme la formación personal y profesional.

Al **Dr. Ernesto Cerna Chávez**, gracias por todo el apoyo y asesoría para desarrollar este trabajo, que con su esfuerzo fortalece al Departamento de Parasitología de la UAAAN;

Al **Dr. Jerónimo Landeros Flores**, por formar parte de este proyecto y su disponibilidad de revisar esta investigación.

Al **M.C. Omegar Hernández Bautista**, por todo su invaluable apoyo, soporte profesional y ayuda para hacer realidad este proyecto, sin su participación no habría sido posible concluir.

Al personal técnico y de campo de los estados de San Luis Potosí, Nuevo León y Coahuila por todo el apoyo y facilidades otorgadas para la realización de esta investigación.

DEDICATORIAS

A mis queridos padres, **Sra. Consuelo Ordoñez Ruiz, Sr. Rosabel Calderón Ventura**, porque con su apoyo me permitieron culminar el sueño que juntos nos formamos cuando salí de casa, todo su amor, sus bendiciones, consejos y su gran ejemplo, me forjaron como la persona que soy.

A mis queridos hermanos, **Enfra. Flora calderón Ordoñez, Ing. Víctor Hugo calderón Ordoñez, José Domingo Calderón Ordoñez, Ing. Guillermo Calderón Ordoñez, Fabiola Calderón Ordoñez y Everardo Calderón Ordoñez (QEPD)** por todo su apoyo moral, respaldo y fortaleza en los momentos difíciles.

A mis sobrinos: **Rocío, Víctor Hugo, Cristian Antonio, Diana Laura y Luis Fernando.**

A la toda la **Familia Calderón Ordoñez**; por su gran amistad, apoyo y confianza; como poder pagar por todo, gracias.

ÍNDICE

RESUMEN	I
AGRADECIMIENTOS	II
DEDICATORIAS	III
INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	2
OBJETIVOS	3
HIPÓTESIS	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Solanáceas	4
Cultivo de la Papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	5
Generalidades	5
Importancia	5
Cultivo del chile (<i>Capsicum</i> spp.)	5
Generalidades	5
Importancia	6
Problemas fitosanitarios del cultivo de chile y papa	7
Enfermedades	7
Plagas insectiles	8
Punta Morada de la Papa y permanente del chile y tomate	11
Importancia	11
Sintomatología	11
Etiología	12
Vectores	13
<i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc)	14
Origen	14
Distribución	14
Ubicación taxonómica	15
Biología y hábitos	15
Descripción morfológica	17
Huevo	17
Ninfa	18
Primer instar	18
Segundo instar	18
Tercer instar	19
Cuarto instar	19
Quinto instar	19
Adulto	20
Hospederos	20
Daños e Importancia económica	21
Alternativas de control	22
Cultural	22
Control biológico	22
Control químico	23
Tablas de vida y parámetros de vida	24
MATERIALES Y MÉTODOS	25
Ubicación	25
Recolecta del material biológico	25
Cría de material biológico	26

Toma de datos	26
Análisis estadístico	27
RESULTADOS Y DISCUSIONES	28
CONCLUSIONES	34
LITERATURA CITADA	35
APÉNDICE.....	48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Tiempo de desarrollo de estadios inmaduros de cuatro poblaciones <i>B. cockerelli</i>	28
Cuadro 2	Supervivencia de estadios inmaduros de <i>B. cockerelli</i> , bajo condiciones de laboratorio a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $65 \pm 5\%$ de H.R., y 14:10 h L:O.....	30
Cuadro 3	Parámetros reproductivos de hembras de <i>B. cockerelli</i> , bajo condiciones de laboratorio a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $65 \pm 5\%$ de H.R., y 14:10 h L:O.....	32
Cuadro 4	Parámetros de tabla de vida de cuatro poblaciones <i>B. cockerelli</i> bajo condiciones de laboratorio a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $65 \pm 5\%$ de H.R., y 14:10 h L:O.....	33
Cuadro A1	Registro de las medias de supervivencia de dos poblaciones de <i>Bactericera cockerelli</i>	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Curvas de supervivencia acumulada en estadios inmaduros de <i>B. cockerelli</i> de ambas poblaciones distintas, bajo condiciones de laboratorio a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $65 \pm 5\%$ de H.R., y 14:10 h L:O.....	31
-----------------	---	----

INTRODUCCIÓN

El género *Solanum* es muy diverso (alrededor de 1000 especies) y ampliamente distribuido en el mundo; sin embargo, hay una fuerte concentración de especies en América del Sur y América Central, para México la región noreste de la república mexicana, es una de las más importantes a nivel nacional en la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) principalmente el sur de los estados de Coahuila y Nuevo León, en donde se siembra una superficie aproximada de 6 000 ha bajo condiciones de riego con un rendimiento promedio de 31 ton/ha (Almeyda *et al.*, 2008).

El estado de San Luís Potosí es uno de los principales productores de chile (*Capsicum annum* L.) A nivel nacional, en donde se siembra una superficie aproximada de 14,538 ha bajo condiciones de riego con un rendimiento promedio de 12.032 ton/ha (SIAP, 2011).

En ambos cultivos existen diversos factores que limitan los rendimientos y su rentabilidad, donde destacan la incidencia de insectos plaga y enfermedades causadas por algas fitopatógenas, hongos, nematodos, bacterias, virus y viroides (Flores-Olivas *et al.*, 2004), estas pueden ser las mismas para ambas especies ya que pertenecen a la misma familia por mencionar a la pulga saltona, barrenillo, pulgón y mosquita blanca. Recientemente se ha incorporado *Bactericera cockerelli* a la gran lista de insectos que atacan a este cultivo, este insecto se encuentra presente en varios estados del país llamado comúnmente psílido del tomate, o simplemente “Paratrioza”, “Pulgón saltador” y “Salerillo”.

Este ultimo provoca una enfermedad complejo denominada punta morada de la papa, y permanente de chile y tomate, cuya sintomatología demerita la calidad del tubérculo, lo que dificulta la comercialización y consumo en fresco (Cadena *et al.*, 2003), mientras que en el chile provoca amarillamientos, sobrebrotación, enrrollamiento de las hojas.

JUSTIFICACIÓN

Bactericera cockerelli es una plaga importante en la región papera de Coahuila-Nuevo León y en la región productora de chiles en Villa de Arista San Luis Potosí, en ambas localidades esta reportada sus espontaneas irrupciones y su elevada tasas de desarrollo, por lo que una de los principales métodos de manejo es el control químico, pero las recomendaciones son las misma para ambas localidades por lo que no toman en cuenta los parámetros poblacionales de este insecto pudiendo así aminorar los costos provocado por el uso repetido e intenso de insecticidas, al hacer una estrategia especifica en los periodos de aplicación mas exactos.

OBJETIVOS

El presente trabajo de investigación, tiene como objetivos determinar los parámetros poblacionales de *Bactericera cockerelli* de dos poblaciones de dos localidades diferentes de las regiones hortícolas del noreste de México.

HIPÓTESIS

Los parámetros poblacionales de *Bactericera cockerelli* procedentes de Coahuila-Nuevo León y San Luis Potosí, presentaran al menos un parámetro diferente.

REVISIÓN DE LITERATURA

Solanáceas

La familia de las solanáceas incluye especies hortícolas importantes a nivel mundial, comprendida alrededor de 120 géneros y unas 2460 especies, generalmente son plantas leñosas y herbáceas, anuales o perenes pertenecientes al Orden Solanales, esta familia se encuentra ampliamente distribuida en regiones tropicales y templadas, en donde su mayor diversidad se encuentra en Australia y América del Sur, en donde son endémicos 40 géneros (Heywood, 1985).

Dentro de las solanáceas encontramos importantes especies para alimentación del hombre como son: Tomate (*Solanum lycopersicum*), Papa (*Solanum tuberosum*) y Chile (*Capsicum* spp.) (Stevens, 2008). La papa se cree que el centro de origen de la papa esta ubicado en la cordillera de los andes de Perú, extendiéndose por el sur de Bolivia, Argentina, Chile, norte de Ecuador y Colombia (Inés-Juárez, 2007), fue introducida a Europa a finales del siglo XVI, extendiéndose por todo el mundo en pocos siglos (Huaman *et al.*, 1988). Por su parte el chile, se considera su centro de origen en Mesoamérica, más propiamente México, ya que es el país que presenta la mayor variabilidad de formas cultivadas y silvestres (COVECA, 2011).

Cultivo de la Papa (*Solanum tuberosum* L.)

Generalidades

Es una planta dicotiledónea, anual, herbácea, de naturaleza perenne, capaz de reproducirse vía tubérculo (Campos y Villarreal, 1989); Sus raíces son adventicias, tallos aéreos herbáceos y subterráneos llamados tubérculos (Cepeda y Gallegos, 2003), este es el principal órgano adaptado para el almacenamiento de reservas empleadas en la respiración (Arce, 1996).

Importancia

En la región papera de Coahuila y Nuevo León se obtienen los rendimientos mas altos por unidad de superficie a nivel nacional, llegando a obtener hasta 50 ton/ha (Inés-Juárez, 2007). Actualmente en México la superficie sembrada es de 54,141.36 ha, para semilla alrededor de 27,000 ha, obteniendo un rendimiento promedio de 27.74 Kg/ha (SIAP, 2010).

Cultivo del chile (*Capsicum* spp.)

Generalidades

La plantas de chile llegan a medir de 30 a 80 cm de altura, el tallo es erguido, ramoso y liso; Las hojas son simples, alternas, generalmente aovadas, las flores son hermafroditas, axilares; El fruto, también llamado chile, es de forma y tamaño variable, dulce o picante,

contiene numerosas semillas reniformes pequeñas, las cuales, junto con las placentas (venas) que las unen a la pared del fruto, contienen en mayor proporción la oleorresina o sustancia picante llamada capsicina (COVECA, 2011).

Importancia

En México se siembra una superficie aproximada de 148,758.88 hectáreas, de las cuales se obtuvieron 2,335,560.31 toneladas de chile verde, actualmente en la región de villa de arista siendo una de las más importantes del estado de San Luis Potosí, se siembra una superficie de 1,450 ha con un rendimiento de 8 ton/ha (SIAP, 2010). En total la Agroindustria del Chile acumuló ventas durante el 2007 por \$4,444.7 millones de pesos y participa con el 8.7 % de las ventas de productos alimenticios en conserva. Este sector contiene cinco tipos de chiles en conserva: Serrano, Jalapeño, Chipotle, Morrón y otros entre los cuales se ubican el Güero, Largo y Poblano (SIAP, 2007).

Problemas fitosanitarios del cultivo de chile y papa

Enfermedades

Marchitez del chile (*Phytophthora capsici* L): El agente causal de la marchitez del chile *P. capsici*, fue descubierto y descrito por Leonian, el patógeno se encuentra afectando el tallo, follaje y frutos de chile y algunos otros cultivos como el tomate. *P. capsici* causa daños severos en cualquier estado de desarrollo de la planta, el daño principal se encuentra en la base del tallo, donde se observa una marcada necrosis, el tallo se debilita y posteriormente se seca rápidamente (Serrano, 1978).

Antracnosis del chile (*Colletotrichum capsici*): La antracnosis es una enfermedad del follaje, tallos y frutos, aparecen manchas de color oscuro o lesiones ligeramente hundidas que poseen un contorno ligeramente saliente. Con frecuencia produce la caída de los frutos y pudrición. Los daños son mayores durante la cosecha y el transporte o en los frutos dañados por otras causas (Agrios, 1990).

La pudrición suave (*Pectobacterium carotovorum*) tiene una distribución mundial, es considerada una bacteria muy importante en papa, zanahoria, pepino, chile, tomate entre otros; junto con *Dickeya chrisanthemi* causan pérdidas estimadas entre 50 – 100 millones de dólares (Burr *et al.*, 2006).

La podredumbre parda de la patata se describió por primera vez en Estados Unidos en 1896, se ha considerado una bacteria de zonas tropicales y sub tropicales, aunque se ha detectado en los cinco continentes, *Ralstonia solanacearum* es la bacteria fitopatógena, después de *Agrobacterium tumefaciens*, que puede afectar a un mayor número de especies vegetales, se ha citado sobre más de 200 especies distintas, de alrededor de 50 familias. (Ito *et al.*, 1998)

Plagas insectiles

Picudo o barrenillo del chile (*Anthonomus eugenii* C), se encuentra presente durante toda la etapa de producción del cultivo, el adulto hace un pequeño orificio por donde abandona el fruto, debido a esto su nombre de barrenillo, la presencia de esta plaga se nota por los orificios y marcas de piquetes que dejan en los chiles, los botones florales y frutos tiernos se desprenden de la planta eliminando en parte su producción potencial, completa su ciclo biológico en los frutos que permanecen adheridos a la planta y en los que caen al suelo (Acosta y Delgadillo, 1989).

Minador de la hoja (*Liriomyza munda* L): El minador de la hoja es una de las limitantes de la producción de los cultivos hortícolas en la región sur de Tamaulipas, principalmente en chile serrano donde causa el 100 % de defoliaciones cuando no hay un control efectivo (Ávila, 1989). Las larvas atacan al follaje, formando galerías extensas en forma irregular alimentándose de tejidos, cuando el ataque es severo, reduce el área foliar y por consecuencia detiene el desarrollo normal de la planta, al reducir el área foliar, provoca que los frutos queden expuestos a los rayos solares ocasionando quemaduras que impiden su comercialización (Metcalf, 1982).

Mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum* M.): Este insecto causa manchas de mielecilla y fumagina en los frutos de chile, mientras que en las hojas provoca clorosis en el área donde se alimentan las ninfas y reduce la fotosíntesis, asimismo, los ataques intensos inhiben el crecimiento, pérdida de vigor y disminución de la producción en las ramillas (Bellows y Perrings, 1994).

El áfido de la papa *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) se sitúa sobre los brotes tiernos, en hojas, pecíolos y guías, donde succiona la savia, es vector de más de 40 virus no persistentes y 5 persistentes, infesta generalmente hojas del tercio superior, succionando savia continuamente, debilitando a las plantas. Un daño indirecto es la trasmisión del virus del enrollamiento de la hoja de papa (PLRV por sus siglas en inglés) (Bayer, 2008).

El pulgón verde *Myzus persicae* (Sulzer) es el áfido mas ampliamente distribuido y el vector mas importante de los virus de la papa. Normalmente, se alimenta de las partes inferiores de la planta de papa (Raman, 1985).

La chicharrita de la papa *Empoasca fabae* (Harris) causa daño tanto por las ninfas como por los adultos, alimentándose principalmente en el envés de las hojas chupándole los jugos y se manifiesta por una ligera coloración amarillenta en la punta de las hojas, después, ésta paulatinamente se vuelve oscura, se arruga hacia arriba y finalmente muere. En climas secos estos síntomas se detectan rápidamente (CIP, 1985).

La mosquita blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), los adultos colonizan las partes jóvenes de la planta, realizando las posturas en el envés de la hoja, de donde emergen las primeras ninfas que son móviles provocando daños directos como amarillamiento y debilitamiento de la planta, al alimentarse de la savia de las hojas los adultos y las ninfas, mientras que los daños indirectos se deben a la formación de fumagina generada por la melaza que producen al alimentarse, manchando y dañando hojas y frutos (Theodoracopoulos, 2008).

El cultivo del chile se ha visto dañado por diferentes plagas insectiles entre las que se pueden mencionar pulga saltona, barrenillo, pulgón y mosquita blanca. Recientemente se ha incorporado *Bactericera cockerelli* a la gran lista de insectos que atacan a este cultivo, este insecto se encuentra presente en varios estados del país llamado comúnmente psílido del tomate, o simplemente “Paratrioza”, “Pulgón saltador” y “Salerillo”.

El pulgón saltador *B. cockerelli* presenta diferentes tipos de daño, toxinífero y directo, estos son daños mecánicos por la alimentación de este insecto (Munyaneza *et al.*, 2007), y por ser un eficiente transmisor de organismos tipo bacteria “*Candidatus Liberibacter psyllaureus*” (Hansen *et al.*, 2008) o “*Candidatus Liberibacter solanacearum*” (Liefinget *et al.*, 2009), ambos han ocasionado la destrucción masiva de cultivos enteros, por lo que para el manejo de esta enfermedad debe ser prioritario el control de *Bactericera cockerelli* orientado a disminuir sus elevadas poblaciones (Almeyda, 2008).

Punta Morada de la Papa y permanente del chile y tomate

Importancia

Descrita alrededor de 1994 en Saltillo, México., e identificada hasta el 2000 en Texas, USA (Munyanza *et al.*, 2007). Esporádicamente los defectos en las plantas, fueron económicamente importantes alrededor de 2004, 2005 y 2006 en zonas productoras, causando perdidas millonarias a productores y procesadores en numerosas localidades de Estados Unidos y México (Salas *et al.*, 2006), ya que La presencia de los síntomas demeritan drásticamente su calidad del tubérculo, se reduce el consumo en fresco, disminuyen el rendimiento, dificultan la comercialización e imposibilitan el uso como semilla (Cadena *et al.*, 2003). En cuanto a Chile, en la región de El Bajío Mexicano, se reportó por primera vez la enfermedad denominada permanente del tomate; es la enfermedad más dañina en las siembras de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) del ciclo primavera-verano (Garzón, 1984).

Sintomatología

Se le denomina Punta Morada de la Papa a un conjunto de síntomas de los cuales se incluyen: la disminución en el crecimiento, enrollamiento apical, abultamiento del tallo en la inserción de las hojas y coloración purpúrea en los folíolos; los tubérculos dañados muestran un oscurecimiento en el interior imposibilitando la brotación o los brotes resultan de forma hilada (Cadena *et al.*, 2003). En Estados Unidos se presentan sintomatologías similares, pero dicha

enfermedad se conoce como “Zebra Chip” debido a que al freír las papas, las hojuelas desarrollaban una necrosis radial (Feng *et al.*, 2009).

Por su parte para el cultivo de chile, Garzón (1984) reportó que se manifiesta con hojas quebradizas y enrolladas, aborto de flor, sobrebrotación de yemas axilares, frutos muy pequeños (no comerciales), achaparramiento y decaimiento general de la planta. Los síntomas en las plantas de chile inician con una clorosis de los brotes apicales, las hojas inferiores se enrollan y presentan una textura quebradiza; posteriormente, en las flores se manifiesta una necrosis que provoca su aborto; La planta se mantiene pequeña y de un color verde más intenso que del normal (Garzón, 1986).

Etiología

Las sintomatologías descritas, se debe a la interferencia que tienen los patógenos con el transporte de nutrientes, a las toxinas inyectadas por *Bactericera cockerelli* al alimentarse, así como los daños mecánicos ocasionados al succionar la savia (List, 1939; Garzón, 1984; Munyaneza *et al.*, 2007). Primeramente se reportó que el agente causal de la punta morada esta relacionado con organismos de tipo fitoplasma (Beres *et al.*, 1998), y esta relacionado con el agente causal del permanente del chile y tomate, debido a que pertenecen al mismo grupo (Almeyda *et al.*, 2002b).

Munyanza *et al.* (2007) no detecta la presencia de fitoplasmas en plantas y tubérculos que presentaban sintomatología típica. En plantas infestadas por *B. cockerelli*, que mostraron síntomas de amarillamiento y pardeado de tubérculos, también se encontraron libres de fitoplasmas (Díaz *et al.*, 2008). Mediante técnicas moleculares modernas Hansen *et al.* (2008) basado en la caracterización genética y ecológica, reportan una nueva especie de Huanglongbing tentativamente “*Candidatus Liberibacter psyllauros*” como agente causal de la enfermedad “psyllid yellows” describiéndolo de tipo bacteriano, por su parte Liefting *et al.* (2009a, b) proponen “*Candidatus Liberibacter solanacearum*”.

Vectores

Segonda *et al.* (2010) mencionan que no todas las poblaciones de *B. cockerelli* pueden vectorear a dicho patógeno, la planta puede reponerse de daños provocados por la constante alimentación de triozidos, cosa contraria a liberibacter. A pesar de ello *Bactericera cockerelli* presenta una fuerte relación con la enfermedad punta morada-permanente del chile y tomate, ya que es el insecto mas común y abundante en cultivos afectados (Marín, *et al.*, 2009), entre el 53 y 57% de cultivos expuestos a este triozido presentaron síntomas típicos (Munyanza *et al.*, 2007),

***Bactericera cockerelli* (Sulc)**

Origen

Históricamente se describió por primera vez en 1909 por T. D. Cockerell en el estado de Colorado (Richards, 1928). Como reconocimiento, el Dr. Sulc lo denomina científicamente como *Trioza cockerelli* (Sulc 1909). Posteriormente en 1911 se le asigna a la especie al género *Paratrioza* (Crawford, 1911); recientemente mediante procesos de revisión se ha asignado al género de esta especie como *Bactericera* (Burckhardt y Lauterer, 1997).

Distribución

B. cockerelli es un insecto que se encuentra ampliamente distribuido en las principales zonas hortícolas a nivel mundial especialmente en América en cultivos de solanáceas, en Norteamérica, dicha especie se han identificado dos biotipos, el nativo e invasor (Liu *et al.*, 2006), en Centroamérica existen reportes en Guatemala y Honduras (Rojas, 2010). En México, la incidencia de esta especie ha sido señalada desde 1947, cuando Pletsch reportó antecedentes de poblaciones en los estados de Durango, Tamaulipas, Estado de México, Guanajuato y Michoacán, posteriormente se extendió a otros estados denominándolo comúnmente como pulgón saltador, encontrados también en climas cálidos como Morelos, Nayarit y Sinaloa (Garzón *et al.*, 2005).

Ubicación taxonómica

Según Burckhardt y Lauterer (1997) la clasificación taxonómica de la siguiente manera:

Reyno:Animal

Phyllum:Artropoda

Clase:Hexapoda

Orden:Hemiptera

Suborden:Sternorrhyncha

Superfamilia: ...Psylloidea

Familia:Triozidae

Genero:*Bactericera*

Especie:*B. cockerelli*

Biología y hábitos

Estos insectos presentan metamorfosis incompleta, pasando por los estadios de huevo, ninfa y adulto (Wallis, 1951). Como pertenece a la Superfamilia Psylloidea, estos se alimentan introduciendo su estilete y succionando los conductos del floema de las plantas hospederas (Percy, 2003).

Las hembras ovipositan los huevecillos en el envés de las hojas medias e inferiores de la planta (Castellanos, 2004), entre la primera a cuarta hojas verdaderas (Garzón *et al.*, 2005); sin embargo Knowlton y Janes (1931) reportan que son puestos preferentemente sobre la yemas apicales mas jóvenes. Con frecuencia en hilera en los bordes marginales o distribuidos en la superficie de las hojas (Cranshaw, 2007).

La hembra vive 21 días, tres veces mas que los machos (Garzón *et al.*, 2005), depositando alrededor de 300 huevecillos (Wallis, 1951). Puede incrementar la población ovipositando hasta 1400 huevos (Liu *et al.*, 2006). Cada hembra deposita entre 1 y 11 huevecillos por día (Becerra, 1989), el promedio de oviposturas diarias es de 37.6 huevecillos, los cuales requerirán de 3 a 15 días para incubar y de 14 a 17 días para completar los instares ninfales (Knowlton y Janes, 1931), con un intervalo alrededor de 30 días desde la copula hasta la formación del nuevo adulto (Garza y Rivas, 2003), mientras que Abdullah (2008) reporta un ciclo completo en 34 días.

Como su velocidad de desarrollo depende en gran parte de la temperatura, Montero (1994) determina su edad fisiológica en unidades calor (U. C.) obteniendo de huevecillo a adulto 139.3 U. C. Sin embargo (Becerra, 1989) reporta un total de 356 U. C. con un umbral de desarrollo de 7 °C a 35 °C y un óptimo de 27 °C (List, 1939b), a los 16 y 21 °C las poblaciones aumentan con rapidez (Knowlton y Janes, 1931), y a temperaturas superiores a los 32 °C se detiene la oviposición, eclosión de huevos y supervivencia de ninfas, a los 37 °C, resultan letales tanto para huevecillos y ninfas en un transcurso de dos horas (Pavlista, 2002).

Las ninfas se encuentran cerca de los huevecillos, adheridas en un solo lugar de la hoja, son casi inmóviles en los tres primeros estadios y van adquiriendo movilidad (Bravo *et al.*, 2006), a veces se desplazan buscando mayor ventilación y temperatura (Castellanos, 2004), las ninfas mas viejas se encuentran en el tercer inferior de la planta, por esta razón se hace mas difícil el control químico (Garzón *et al.*, 2005).

Los adultos se encuentran en cualquier parte de la planta, incluso en el haz de las hojas mas altas (Castellanos, 2004). Estos vuelan alrededor de dos horas al día, son los responsables de la diseminación a corta y larga distancia, tienen hábitos migratorios llegando alcanzar hasta 1.5 km de altura, pudiendo ser arrastrados por los vientos dominantes, a su vez infestar cultivos vecinos (Garzón *et al.*, 2005).

Descripción morfológica

Huevo

Los huevos de esta especie son anaranjado-amarillentos, con corion brillante (Marín, 2004), presentan en uno de sus extremos un pedicelo corto que se adhiere a la superficie de las hojas (Garza y Rivas, 2003). Los próximos a eclosionar, se les puede notar los ojos de las ninfas de primer instar (Becerra, 1989). La incubación varía de 3 a 9 días en donde la mayor eclosión se presenta durante el quinto o sexto día (Knowlton y Janes, 1931).

Ninfa

Presenta cinco instares que son en gran parte similares en sus características morfológicas, las ninfas al eclosionar adquieren un color amarillo-verde pálido, son ovales y aplanadas dorso-ventralmente, con ojos rojos bien definidos (Lorus y Margery, 1980). Las antenas presentan sensilias placoides (estructuras circulares de función olfatoria) (Marín, 2004). Los cambios estructurales en los instares según Rowe y Knowlton (1935) son el aumento en el tamaño del cuerpo, desarrollo de las alas y la presencia de estructuras cilíndricas que contienen filamentos cerosos, los cuales forman un halo en el perímetro del cuerpo.

Primer instar.- son anaranjadas o amarillas (Garza y Rivas, 2003). Antenas con segmentos basales cortos y gruesos que se adelgazan en un pequeño segmento terminal con dos setas sensoriales, ojos anaranjados notorios en vista ventral y dorsal (Becerra, 1989). Cabeza y tórax fusionados, la división del cuerpo no está bien definida, paquetes alares poco notables y la segmentación en las patas es poco visible (Marín, 2004). Su estilete es casi del largo del cuerpo, el abdomen con segmentación poco visible, poros anales externos poco definidos y el margen del cuerpo con una hilera de setas truncadas (Vargas-Madríz, 2010).

Segundo instar.- Se aprecian notablemente las divisiones entre la cabeza, tórax y abdomen (Pletsch, 1947), la tonalidad de los ojos es naranja rojiza y el tórax amarillento con los paquetes alares visibles (Becerra, 1989). La segmentación en las patas es notoria, en el abdomen se aprecia un par de espiráculos en cada uno de los primeros segmentos (Marín, 2004).

Tercer instar.- las antenas se adelgazan en la parte media para terminar con dos setas sensoriales, se definen perfectamente las constricciones del cuerpo, se observan los paquetes alares en el mesotórax y metatórax (Becerra, 1989). El tórax comienza a tornarse de color verde amarillento (Pletsch, 1949). A partir de este instar las glándulas de cera son prominentes alrededor del cuerpo (Rojas, 2010).

Cuarto instar.- las antenas con tres sensilias, en los ojos se hacen evidentes las omatidias (Marín, 2004), las divisiones del cuerpo presentan las mismas características al instar anterior Garza y Rivas (2003), La diferencia está en la parte terminal de las tibiae posteriores donde se aprecian dos espuelas, los segmentos tarsales y un par de uñas así como los paquetes alares bien definidos (Becerra, 1989), la separación entre el protórax es muy notoria, en cada uno de los cuatro primeros segmentos abdominales tienen un par de espiráculos (Marín, 2004).

Quinto instar.- Cabeza, tórax y abdomen se distinguen claramente, antenas de tres segmentos, con dos setas sensoriales y cuatro sensilias placoides diferenciadas (Marín, 2004), la base de la antena es gruesa y la apical filiforme divididas por una hendidura muy marcada, presenta tres espuelas en la parte terminal de las tibiae posteriores y abdomen adquiere una forma semicircular (Becerra, 1989). Paquetes alares anteriores con ángulos humerales proyectados hacia la parte anterior (Burckhardt y Lauterer, 1997).

Adulto

Al emerger su coloración es verde (Wallis, 1951), posteriormente en tres días se tornan negros (Garza y Rivas, 2003), de 2 a 6 mm de longitud (Lorus y Margery, 1980). Cabeza ligeramente inclinada respecto al eje longitudinal (Burckhardt y Lauterer, 1997), proporcionalmente equivale a una décima parte de su cuerpo, ojos grandes cafés, las antenas filiformes, tórax con manchas cafés bien definidas (Marín, 2004). Alas claras transparentes y membranosas en forma de azotea sobre el abdomen (Pletsch, 1947).

En la base del abdomen presenta una franja transversal blanca (Bautista, 2006), y en la parte media dorsal hay una mancha en forma de “Y” con los brazos hacia la parte terminal del abdomen (Marín, 2004). El abdomen de las hembras tiene cinco segmentos visibles mas el segmento genital que tiene forma cónica, los machos tienen seis segmentos visibles mas el genital que esta plegado sobre la parte media dorsal del abdomen (Marín, 2004). Las hembras termina con ovipositor corto, redondeado y más robusto, mientras que los genitales de los machos tienen aspecto mas obtuso en las extremidades (Pletsch, 1947).

Hospederos

B. cockerelli presenta un amplio rango de hospederos incluyendo varias especies en 20 familias, de las cuales tienen una preferencia muy fuerte a las especies de las solanáceas (Liu y Trumble, 2006). De las cuales resaltan chile, tomate y papa, en berenjena (*Solanum melongena*

L.) el tiempo de desarrollo es mas rápido (Martin, 2008). Puede invernar en otras solanaceas silvestres en regiones cálidas (Cranshaw, 2007; Hodkinson, 2009), consiguiendo sobrevivir en convolvuláceas y amarantáceas, incluyendo cultivos y malezas nativas (Pavlista, 2002).

Daños e Importancia económica

Dentro de la sintomatología provocada por *B. cockerelli*, Las plantas enfermas muestran una disminución en el crecimiento, desarrollo prematuro, clorosis o amarillamiento (List, 1935, 1939). Otros síntomas son la formación de tubérculos aéreos, entrenudos cortos, enrollamiento apical, coloración purpúrea en los foliolos y oscurecimiento en el interior de los tubérculos (Munyaneza *et al.*, 2007). Reduciendo la longevidad del cultivo, el tamaño y la calidad, provocando pérdidas cuantiosas en el rendimiento (Al-Jabar 1999).

Alternativas de control

Cultural

En su mayoría, las prácticas culturales empleadas en el manejo de los insectos vectores es la destrucción de focos de infestación, eliminando plantas viejas después de la cosecha; la destrucción de plantas hospederas, al menos en los márgenes del cultivo y lotes adyacentes, así una buena nutrición para ayudar a reducir el efecto de las altas densidades (Avilés *et al.*, 2003). Dichas estrategias están establecidas en la norma oficial mexicana NOM-081-FITO-2001, que se refiere al manejo y eliminación de focos de infestación con establecimiento y reordenamiento de fechas de siembra y destrucción de residuos de cosecha (SAGARPA, 2001).

Control biológico

Dentro de los enemigos naturales de *B. cockerelli* se incluyen hongos entomopatógenos como: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Verticilium lecanii*. Depredadores como: *Aphis lion*, *Chrysoperla* spp., *Geocoris* sp. e *Hippodamia convergens* (Guer), parasitoides de ninfas: *Metaphycus psyllidis* (Comp.) (Bujanos *et al.*, 2005; Bravo y López, 2007). Por su parte Rojas (2010) recomienda la inclusión de *Tamarixia triozae* (Burks) (Hemíptera: Eulophidae) como un agente de control biológico dentro de un manejo integrado. Pero debido a la poca

presencia de enemigos naturales, no presentan un eficiente control, ya que al alimentarse un grupo relativamente pequeño de estos insectos pueden provocar daños a la planta antes que los insectos benéficos efectúen su acción de control (Al-Jabar, 1999).

Control químico

En cuanto a las recientes irrupciones, a las elevadas poblaciones y al incremento de daños, el control de *B. cockerelli* principalmente se efectúa con el uso de insecticidas organosintéticos (Liu y Trumble, 2007). La toxicidad dependerá de la especie, insecticida, estado biológico, dosis y forma de exposición (Luna, 2010).

En campo Avilés *et al.* (2003) reporta que abamectina, spinosad, imidacloprid y thiamethoxam son efectivos. Espinosad es muy persistente durando hasta 29 días, de igual forma azadiractina (Luna, 2010), aplicándose cuando existan alrededor de 30 ninfas por planta (Liu y Trumble, 2005); siendo una de las dificultades en las aplicaciones por la disposición de las ninfas en el envés de las hojas (Pavlista, 2002).

Por su parte Vega *et al.* (2008) mencionan que la falta de control se puede deber a factores como una baja cobertura de aspersion, mala calibración y equipo en mal estado. Un mal manejo provoca contaminación ambiental, desequilibrio ecológico y surgimiento de insectos resistentes en corto plazo (Luna, 2010). En Coahuila y San Luis potosí, es común que se realicen doce aplicaciones de insecticidas por ciclo de cultivo (Vega *et al.*, 2008). Aunque en algunas regiones productoras de México realizan hasta 30 aplicaciones, incrementando los costos de producción y representando un riesgo de contaminación ambiental y de daño directo al

hombre (Rubio *et al.*, 2006). Al observar poblaciones altas en lotes comerciales de papa a pesar del elevado número de aplicaciones de insecticidas en Arteaga, Coahuila, Vargas (2005) señala que *B. cockerelli* es tolerante a altas dosis de plaguicidas

Tablas de vida y parámetros de vida

Las tablas de vida, son registros que ofrecen importante información en la supervivencia y mortalidad de los individuos de una población, pudiendo clasificarse de forma grafica tres tipos de curvas de supervivencia, tipo I: son poblaciones que presentan poco o ninguna mortalidad en sus individuos hasta que la población tiene un descenso precipitado; tipo II: la tasa de mortalidad es constante y tipo III: la mortalidad es mayor en las primeras etapas de desarrollo y pocos llega a edades avanzadas (Pearl, 1928).

A partir de las tablas de vida se pueden obtener parámetros poblacionales como la tasa neta reproductiva (R_0) que es numero de veces que una población puede multiplicarse durante una generación; tasa intrínseca de crecimiento (r_m) proporción porcentual a la que crece una población por unidad de tiempo; tasa finita de crecimiento (λ): numero de veces que una población puede multiplicarse por unidad de tiempo (Vera *et al.*, 2002).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El presente se realizó en invernadero y cámara de cría en el Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) en Buenavista Saltillo, Coahuila, México.

Recolecta del material biológico

Se recolectaron insectos adultos de *Bactericera cockerelli* mediante redazos entomológicos en diferentes variedades de cultivo de chile en diferentes localidades en el municipio de Villa de Arista San Luis Potosí y sus comunidades aledañas, recolectado en viveros, cultivos en campo abierto, e invernadero, así como en malezas aledañas que fungen como hospederos alternos.

También se recolectó en zonas productoras de Coahuila (Huachichil, El Huizache) y Nuevo León (Navidad, San Rafael, La Hediondilla), tomándose como una sola población ya que cuentan con las mismas condiciones climáticas, se recolectaron en hojas infestadas en cultivos de papa, papa mostrenca en pivotes abandonados de un ciclo anterior y maleza aledaña a los cultivos las cuales son reservorio de *B. cockerelli* durante el invierno como: jarilla (*Senecio salignus*), cilindrillo (*lycium berlandlen*) y trompillo (*Solanum elagnipholium*).

Cría de material biológico

El material biológico recolectado se traslado al invernadero de parasitología de la universidad autónoma agraria Antonio narro, en donde se liberaron y se establecieron 2 colonias en camas de siembra de 2.5 x 1m mantenidas a 26 ± 3 °C, 70% de HR y 14:10 h luz, cubiertas con tela organza, una cama por cada zona por lo que las muestras fueron compuestas; la población CNL se mantuvo sobre plantas de papa variedad “Fianna”, mientras que las de SLP en chile morrón variedad “california wonder”. Se dejaron reproducirse hasta la F₃ con el fin de incrementar las poblaciones.

Para las tablas de vida, se estableció una cohorte introduciendo en cada una de las camas, cuatro macetas con dos plantas de chile “California wonder” de 60 días de edad por maceta, se dejó ovipositar por un periodo de 24 h, pasado el tiempo se retiraron los adultos y se trasladaron a una a una habitación aclimatada en condiciones de laboratorio a 25 ± 2 °C, con 65 ± 5 % de H.R. y un fotoperiodo de 14:10 h L:O; se colocaron dentro de jaulas de 50 x 50 cm cubiertas con tela organza.

Toma de datos

Con ayuda de una lupa de (10x) se contabilizaron 150 huevecillos por maceta y se seleccionaron para los conteos diarios, registrando su eclosión, y supervivencia hasta la presencia de adultos. Posteriormente una vez emergido los adultos se registró el periodo de pre-oviposición, número de oviposturas a los 14 días, para cada una de las cuatro poblaciones.

Análisis estadístico

El periodo de desarrollo y supervivencia fueron analizados mediante GLM (modelos lineales generales), y las medias entre las poblaciones se compararon usando DMS (diferencia mínima significativa) con $P=0.05$; para los parámetros de las tablas de vida, se analizaron: la reproducción bruta (Σm_x), tasa intrínseca de crecimiento natural (R_m), tasa de reproducción neta (R_o), tiempo generacional (T), tiempo de duplicación (TD) y capacidad finita de crecimiento (λ), utilizando el programa SAS escrito por Maia *et al.* (2000).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

A continuación se muestran los resultados obtenidos, en esta investigación.

Bajo las condiciones experimentales el tiempo de desarrollo de los estadios inmaduros de *Bactericera cockerelli* de diferentes poblaciones, fueron significativamente diferentes desde la presencia de huevecillos hasta la formación de adultos (cuadro 1), el tiempo de eclosión de los huevecillos y los instares intermedios variaron significativamente, la población CNL que presentó menor tiempo de eclosión; en los instares ninfales del primero al cuarto instar, en el quinto instar presentaron un desarrollo en tiempo similar, por ultimo la población SLP registró el periodo de desarrollo de huevo a la formación de adulto mas largo.

Cuadro 1. Tiempo de desarrollo de estadios inmaduros de cuatro poblaciones *B. cockerelli*.

Estadio	Tiempo de desarrollo (días ± D.E.)	
	SLP	CNL
Huevo	7.25 ± 0.5a	5.75 ± 0.5b
Ninfa	24.5 ± 0.5a	18.5 ± 1.0b
1er instar	5.25 ± 0.5a	4.25 ± 0.5b
2do instar	4.5 ± 0.5a	3.25 ± 0.5b
3er instar	4.75 ± 0.5a	3.00 ± 0.0b
4to instar	4.5 ± 0.5a	3.00 ± 0.0b
5to instar	5.5 ± 0.5a	5.00 ± 0.0a
Huevo-Adulto	31.75 ± 0.5a	24.25 ± 0.5b

Las medias en las mismas filas con diferente letra son estadísticamente diferentes (P=0.05) (prueba DMS; SAS Institute 2008).

Yang *et al.* (2010), mencionan que el desarrollo de los estadios inmaduros se desarrollan precozmente en condiciones de laboratorio, a 26.7 °C reportan un promedio de 19.6 días, por su parte Abdullah (2008) registra un ciclo completo de 34.7 ± 2.76 días, similarmente a nuestros estudios, ya que nuestros resultados de supervivencia están comprendidos dentro de estos rangos. Los insectos dependen de las condiciones del medio al no poder regular su temperatura, este es un factor determinante en el tiempo de desarrollo a temperaturas entre los 16 a 21 °C las poblaciones aumentan con rapidez (Knowlton y Janes, 1931), y a temperaturas superiores a los 32 °C se detiene la oviposición, eclosión de huevos y disminuye la supervivencia de ninfas, por arriba de 37 °C resultan letales tanto para huevecillos y ninfas en un transcurso de dos horas (Pavlista, 2002),

El hospedero es otro de los principales factores que alteran el tiempo de desarrollo, *B. cockerelli* presenta un amplio rango de hospederos incluyendo varias especies en 20 familias, de las cuales tienen una preferencia muy fuerte a las especies de las solanáceas (Liu y Trumble, 2006) según Yang y Liu (2009) registran diferencias significativas de este insecto al alimentarse de chile y berenjena siendo este último en donde se necesita menor tiempo para completar un ciclo completo, por lo que la elección de la variedad también debe ser importante dentro de un manejo integrado.

En la supervivencia en huevecillos, ninfas de primer y quinto instar de las dos poblaciones no presentaron diferencias estadísticas (cuadro 2), para el caso de huevecillos la viabilidad es uno de los factores que alteran la supervivencia de *B. cockerelli*, Yang *et al.* (2010), registran un 11.3 y 14.5 % de huevecillos no viables en condiciones de campo y

laboratorio, similarmente a nuestro estudio donde encontramos entre un 4 y 10% de no viables. La población SLP presentó mayor mortalidad en el segundo instar al decaer la supervivencia de 85 a 27%. Por su parte Yang y Liu (2009), quienes reportan una supervivencia de los estadios inmaduros de 34 % en condiciones controladas de laboratorio en el cultivo de pimiento.

Cuadro 2. Supervivencia de estadios inmaduros de *B. cockerelli*, bajo condiciones de laboratorio a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $65 \pm 5\%$ de H.R., y 14:10 h L:O.

Estadio	Supervivencia (% \pm S.D.)	
	SLP	CNL
Huevo	90 \pm 1.4a	96 \pm 4.2a
1er instar	85 \pm 4.9a	79 \pm 12a
2do instar	27 \pm 2.1b	48 \pm 4.2a
3er instar	20 \pm 3.5b	39 \pm 4.9a
4to instar	17 \pm 3.5b	33 \pm 7.7a
5to instar	13 \pm 2.1a	17 \pm 7.0a
Adulto	06 \pm 1.4b	10 \pm 1.4a

Las medias en las mismas filas con diferente letra son estadísticamente diferentes (P=0.05) (prueba DMS; SAS Institute 2008).

Similarmente a los estudios de Davis (1937) y Abdullah (2008) quienes mencionan que los altos valores de mortalidad ocurren en los primeros instares ninfales, en la figura 1, se muestra claramente la tendencia de decaimiento de cada cohorte, en investigaciones realizadas también demuestran diferencias significativas en cuanto al número de supervivientes tal es el caso de *Solanum melongena* y *Capsicum annun* (Yang y Liu., 2009), Probablemente se deba a los mecanismos de las plantas que desarrollan resistencia a

infestaciones de *B. cockerelli*, ya que investigaciones de Casteel *et al.* (2006) mencionan que la supervivencia de huevo a adulto fue mayor en las plantas que carecen del gen Mi-1.2 en comparación con las plantas que contienen el gen entre un 55.40 % y 24 % de supervivencia de huevecillo a adulto.

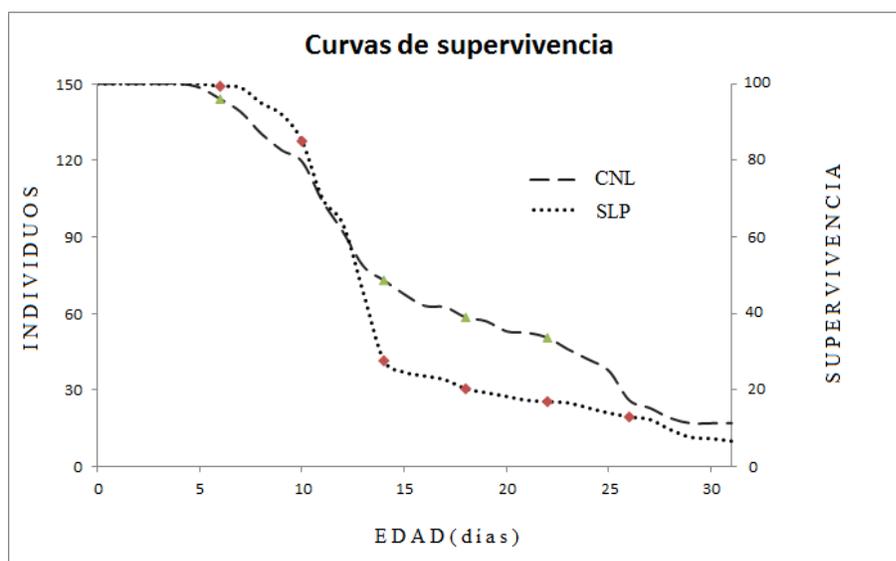


Figura 1. Curvas de supervivencia acumulada en estadios inmaduros de *B. cockerelli* de ambas poblaciones distintas, bajo condiciones de laboratorio a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $65 \pm 5\%$ de H.R., y 14:10 h L:O.

En cuanto al periodo de pre-oviposición, la población CNL requirió mas tiempo pero las diferencia no fue estadísticamente importante (cuadro 3), al igual que Yang y Liu (2009) y reportan que este periodo oscila entre los 8 y 9 días, no encontrando diferencias entre hospederos, por otra parte en la fecundidad se encontraron diferencias significativas, siendo la población SLP quien registro mayor numero de oviposturas y la población CNL presentó el menor numero de oviposturas.

Cuadro 3. Parámetros reproductivos de hembras de *B. cockerelli*, bajo condiciones de laboratorio a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $65 \pm 5\%$ de H.R., y 14:10 h L:O.

Parámetro	SLP	CNL
Pre-oviposición	7.75 ± 0.5 a	8.25 ± 0.95 a
Fecundidad	178.5 ± 14.36 a	159 ± 11.40 b

Las medias en las mismas filas con diferente letra son estadísticamente diferentes ($P=0.05$) (prueba DMS; SAS Institute 2008).

En estudios similares las hembras de *B. cockerelli* alcanzan a poner de 196 a 267 huevos en tomate en condiciones controladas (Abdullah, 2008), fuertemente relacionados a nuestros resultados ya que en promedio las oviposturas fueron: 178.5 y 159 para SLP y CNL. Wallis (1951) menciona que depositan alrededor de 300 huevecillos; también tienen la capacidad de elevar rápidamente sus poblaciones ovipositando hasta 1400 huevecillos por hembra (Liu *et al.*, 2006).

Los parámetros de tablas de vida están resumidos en la cuadro 4, para la tasa de reproducción bruta (Σm_x) fueron: 446.25 y 397.5 para las poblaciones SLP y CNL respectivamente, por su parte la tasa reproductiva neta (R_0) la población CNL fue significativamente diferente respecto a la población SLP con 5.3; mientras que para la tasa intrínseca de incremento natural (R_m) se registró diferencia importante con: 0.081 y 0.056 para CNL y SLP respectivamente, por su parte el tiempo generacional (T) sobresa SLP con 30 días, mientras que CNL con 25.57 días para completar un ciclo en poco tiempo, mientras que en el tiempo de duplicación (TD) la población SLP que fue la que mayor tiempo necesita para

duplicar su población, en cuanto a la capacidad finita de crecimiento (λ), CNL y SLP registraron 1.08 y 1.06 respectivamente.

Cuadro 4. Parámetros de tabla de vida de cuatro poblaciones *B. cockerelli* bajo condiciones de laboratorio a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $65 \pm 5\%$ de H.R., y 14:10 h L:O.

Parámetro	CNL		SLP	
	Calculo real	Estimación Jackknife (LF 95%)	Calculo real	Estimación Jackknife (LF 95%)
Σm_x	397.5	---	446.25	---
R_o	7.95	7.95 (7.0428-8.8571)a	5.36	5.3550 (4.6693-6.0407)b
R_m	0.08	0.081 (0.0727-0.0893)a	0.06	0.0559 (0.0557-0.0693)b
T (d)	25.6	25.5727 (24.3322-26.8132)b	26.8	30.00 (30.00-30.00)a
TD (d)	8.55	8.54267 (7.6717-9.4136)b	11.1	12.3791 (9.8785-12.2634)a
λ	1.08	1.0844 (1.0754-1.0933)a	1.06	1.0575 (1.0573-1.0717)b

Todos los parámetros fueron calculados usando el programa SAS escrito por Maia *et al.*, (2000), los parámetros de estimación Jackknife en la misma fila con diferente letra son estadísticamente diferentes a $P=0.05$ y sus límites Fiduciales a 95%.

En investigaciones similares se han registrado una tasa bruta de crecimiento de 68.3 en poblaciones de campo, siendo las condiciones de laboratorio las mas favorables, ya que su Σm_x incremento en 246.8 (Yang *et al.*, 2010), en comparación con nuestros resultados, estos se encuentran por encima de este rango, por lo que dichas tasas presentan un comportamiento similar, para el caso de R_o y T , en diferentes hospederos como berenjena y chile no presentaron diferencia significativa, en cuanto al tiempo de duplicación sus valores fueron muy similares a los nuestros de 6.3 a 7.8. (Yang y Liu 2009).

CONCLUSIONES

Con base en los resultados anteriores podemos concluir lo siguiente:

La población Coahuila-Nuevo León fue la que requirió menor tiempo para completar su ciclo biológico, respecto a la población procedente de San Luis potosí, esta última registró la menor supervivencia con una diferencia de 4% entre ambas poblaciones.

En cuanto a los parámetros reproductivos, el periodo de pre-oviposición, ambas poblaciones registraron tiempos muy similares, diferente al número de huevos por hembra, donde la población de San Luis Potosí fue la que mayor número de oviposiciones presentó.

Por último para los parámetros de tablas de vida, en la tasa de reproducción neta, tasa intrínseca de crecimiento y lambda, fue estadísticamente mayor la población de Coahuila-Nuevo León, sin embargo la población San Luis Potosí sobresale significativamente en tiempo (ciclo completo) y tiempo generacional.

LITERATURA CITADA

- Abdullah, N. M. 2008. Life history of the Potato Psyllid *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) in Controlled Environment agriculture in Arizona. African Journal of Agricultural Research Vol. 3 (1), pp. 060-067.
- Al-Jabar, A. 1999. Integrated pest management of tomato/potato psyllid, *Paratrioza cockerelli* (SULC) (Homoptera, psyllidae) with emphasis on its importance in greenhouse grown tomatoes. Ph.D. Dissertation. Colorado State University, Fort. Collins, CO. p.89.
- Almeyda, L. I. H.; Sánchez, S. J. A.; Garzón, T. J. A.; Zavala, Q. T. y Rubio, C. O. 2002a. Detección molecular del agente etiológico de la punta morada de la papa. CONPAPA (eds.) Memoria del XI Congreso Nacional de productores de Papa. León Gto. México. P. 52-57.
- Almeyda, L. I. H.; Sánchez, S. J. A. y Rubio, C. O. 2002b. Detección molecular de fitoplasma en insectos y malezas asociados al cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*). In Fuentes, G. D. (ed.) Memoria del XXIX Congreso Internacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Resumen P. 141.
- Almeyda, L. I. H.; Sánchez, S. J. A. y Garzón, T. J. A. 2004. Detección molecular de fitoplasmas en papa. Memoria de la XXI Semana Internacional del Parasitólogo: Simposium Punta Morada de la Papa, Saltillo, Coahuila, México. Pp 4-13.

- Almeyda, L. I. H.; Sánchez, S. J. A. y Garzón, T. J. A. 2008. Vectores causantes de punta morada en Coahuila y Nuevo León, México. Agricultura técnica en México. Abril-Junio. Año/vol. 32. Numero 02. Texcoco, México. Pp 141-150.
- Arce, F. A. 1996. El cultivo de la papa. Editorial Mundi-prensa. Madrid España. 179 p.
- Avilés, G. M. C.; Garzón, T. J. A.; Marín, J. A. y Caro, P. H. M. 2003. El Psilido del tomate: *Paratriza cockerelli* (Sulc): Biología, ecología y su control. In: Taller sobre *Paratriza cockerelli* como plaga y vector de fitoplasmas. Culiacán, México. Pp 21-35.
- Bautista, M. N. 2006. Insectos plaga, una guía ilustrada para su identificación. Colegio de Postgraduados, Carretera México-Texcoco Edo. De Méx. No. 306. CANIEM. 103 pp.
- Becerra, A. F. 1989. Biología de *Paratriza cockerelli* (Sulc) y su relación con la enfermedad del “Permanente del tomate” en el Bajío. Tesis de Licenciatura. Univ. Aut. De Qro., Ciencias Químicas. 55 p.
- Beres, M.; Zavala, S. M. E.; Ríos, S. M.; Marín, J. A.; Rocha, R.; Leal, K. D. S. y Martínez, S. J. P. 1998. Etiología y Ecología del Agente Causal de los Síndromes “Bola de Hilo” y “Punta Morada” de la papa en México. Cong. Nal. De Productores de Papa. 2° Simposio Internacional de la Papa. Toluca, México. 4p.

- Bravo, L. G. A.; Galindo, G. G. y Amador, D. R. M. 2006. Tecnología de producción de chile seco. (INIFAP) Instituto nacional de investigaciones forestales agrícolas y pecuarias- Centro de investigación regional norte centro, Campo experimental Zacatecas. 5:110.
- Bravo, M. E. y López, L. P. 2007. principales plagas del chile de agua en los valles centrales de Oaxaca. Agroproduce, Fundación Produce A. C. Abril 7:12-15.
- Burckhardt, D. and Lauterer, P. 1997. A taxonomic reassessment of the triozid genus *Bactericera* (Hemiptera: Psylloidea). Journal of Natural History 31: 99-153.
- Cadena, H. M. A.; Guzmán, P. R.; Díaz, M.; Zavala, T. E.; Almeyda L. H.; López, H. D.; Rivera, A. P. y Rubio, C. O. 2003. Distribución, incidencia y severidad del pardeamiento y la brotación anormal en los tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Valles altos y sierras de los estados de México, Tlaxcala y el Distrito Federal, México. Rev. Mex. Fitopatol. 21: 248-258.
- Campos, C. A. y Villarreal J. H. 1989. El cultivo de la papa. Monografía. Trabajo final del curso intensivo. ITESM. Monterrey, Nuevo León. México. 132 p.
- Casteel, C. L., Walling, L. L. & Timothy D. Paine 2006. Behavior and biology of the tomato psyllid, *Bactericera cockerelli*, in response to the Mi 1.2 gene. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 121: 67-72, 2006

Castellanos, J. M. 2004. Para una agricultura orgánica sustentables e inocua; paratriozafin.
Boletín informativo, Organic. S. A. de C. V. P 6.

Cepeda, S. M. y Gallegos, M. G. 2003. La papa. El fruto de la tierra. Editorial Trillas. Primera Edición. Octubre. 15-35.

Coveca.2011. Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria.
(<http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/page/covecainicio/imagenes/archivospdf/archivosdifusion/monografia%20chile2011.pdf>).

Cranshaw, W. S. 2007. Potato or tomato psyllids. Insect Series Home & Garden. No. 5:540.

Crawford, D. L. 1911. American Psyllidae III. (Triozinae). Pom. J. Entomol. 3: 422-453.

Davis, A. C. 1937. Observations on the life history of *Paratrioza cockerelli* (Sulc) in southern California. *J. Econ. Entomol.* 30: 377-378.

Díaz, V. M.; Cadena, H. M. A.; Rojas, M. R. I.; Zavaleta, M. E.; Ochoa, M. D. and Bujanos, M. R. 2008. Responses of potato cultivars to the psyllid (*Bactericera cockerelli*) under greenhouse Conditions. *Agricultura Técnica en México*, Vol. 34, Núm. 4: 471-479

- Feng-Gao, J. J.; Xiangbing, Y. and Tong-Xian Liu. 2009. Zebra chip disease incidence on potato is influenced by timing of potato psyllid infestation, but not by the host plants on which they were reared. *Insect Science* 16: 399–408
- Flores-Olivas. A.; Gallegos M. G.; and García M. O. 2004. Memorias del simposio punta morada de la papa. Universidad Autónoma Agraria Antonia Narro, Saltillo, Coahuila, Mexico. 103 p.
- Garza, E. U. y Rivas A. M. 2003. Manejo integrado de las plagas del chile y jitomate en la zona de San Luís Potosí. INIFAP-CIRNE. Campo experimental Ebano. Folleto para productores Num.5. San Luís Potosí, México. 47 p.
- Garzón, T. J. A. 1984. Enfermedad del “Permanente” del jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Celaya, Guanajuato XI Congreso Nacional de Fitopatología. San Luis Potosí, S. L. P. 1984. Resúmenes, Soc. Mex. Fitopatología 138 p.
- Garzón, T. J. A.; Garza, C.A. y Bujanos, M.R. 1986. Determinación del insecto vector de la enfermedad de tipo viral “permanente del tomate” (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en la región del Bajío. In: XIII Congreso Nacional de Fitopatología. Tuxtla Gutiérrez, Chis. Resúmenes. Soc. Mex. de Fitopatología, A.C. p.30.

- Garzón, T. J. A.; Garzón, C. J. A.; Velarde, F. S.; Marín J. A.; Cárdenas V. O. G. 2005. Ensayos de transmisión del fitoplasma asociado al “Permanente del tomate” por el psílido *Bactericera cockerelli* Sulc., en México. Entomología Mex. (4). México. p.: 672-675.
- Garzón, T. J. A.; Cárdenas-Valenzuela, O. G.; Bujanos, M. R.; Marín, J. A., Becerra, F. A.; Velarde, F. S.; Reyes, M. C.; González, C. M. y Martínez, C. J. L. 2009. Asociación de Hemiptera: Triozidae con la enfermedad ‘Permanente del tomate’ en México. Agricultura Técnica en México Vol. 35 Núm.1 1 de enero-31 de marzo 2009 p.: 61-72
- Heywood, V. H. 1985. Las plantas con flores. Ed. Reverté.332 p.
- Hodkinson, I. D. 2009. Life cycle variation and adptation in jumping lice (Insecta:Hemiptera: Psylloidea): a global synthesis. J. Nat. Hist. 43:65-179.
- Huaman, Z.; Schmielidiche, P. y Wissar, R. 1988. Los recursos genéticos de la papa y su conservación. Centro internacional de la papa Toluca Edo. De México Agosto. 65-73.
- Inés-Juárez, J. F. 2007. Crecimiento y producción de papa infestada con *Bactericera cockerelli* (Sulc) e inoculadas con *Verticillium dahliae* Kleb. y *Fusarium oxisporum* Schlecht, bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. Univ. Aut. Agr. Antonio Narro. Buenavista, saltillo, Coahuila. 63 pp.

- Knowlton, G. F. and Janes, M. J. 1931. Studies on the biology of *Paratrioza cockerelli* (Sulc).
Entomol. Soc. Am. Ann. 24: 283-291.
- Liefting, L. W.; Perez-Egusquiza, Z. C.; Clover, G. R. G.; Anderson, J. A. D. 2008. A new
'*Candidatus Liberibacter*' species in *Solanum tuberosum* in New Zealand. Plant
Disease 92(10): 1474.
- Liefting, L. W.; Sutherland, P.W.; Ward, L. I.; Paice, K. L.; Weir, B. S.; Clover, G. R. G.
2009a. A new, '*Candidatus Liberibacter*' species associated with diseases of
solanaceous crops. Plant Disease 93 (3): 208-214.
- Liefting, L. W.; Weir, B. S.; Pennycook, S. R.; Clover, G. R. G. 2009b. '*Candidatus*
Liberibacter solanacearum', a liberibacter associated with plants in the family
Solanaceae. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. In
press. *In*: New Zealand Plant Protection 62: 136-144.
- List, G. M. 1935. Psyllid yellows of tomatoes and control of the psyllid *Paratrioza cockerelli*
(Sulc.), by the use of sulfur. Journal of Economic Entomology 28: 431-436.
- List, G. M. 1939. The potato and tomato psyllid and its control on tomatoes. Colorado
Agricultural Experiment Station Bulletin 454: 33.

- List, G. M. 1939b. The effect of the temperature upon egg the position, egg hatch and nymphal development of *Paratyoza cockerelli* (Sulc). Colorado State College. Fort Collins. Jour. Econ. Ent. 32:30-36.
- Liu, D. and Trumble, J. T. 2004. Interactions of plant resistance and insecticides on the development and survival of *Bactericerca cockerelli* [Sulc](Homoptera: Psyllidae). Crop Protection 24 (2005) 111–117.
- Liu, D. G.; Trumble, J. T. and Stouthamer, R. 2006. Genetic differentiation between Eastern populations and recent introductions of potato psyllid (*Bactericerca cockerelli*) into western North America. Entomologia Experimentalis et Applicata 118(3): 177-183.
- Liu, D. G. and Trumble, J. T. 2007. Comparative fitness of invasive and native populations of the potato psyllid (*Bactericerca cockerelli*). Entomologia Experimentalis et Applicata 123 (1):35-42.
- Lorus, M. and Marguery, M. 1980. Field guide to North American insects and spiders. National Audubon Society. Alfred A. Knopf, New Cork. p 499.
- Luna, C. A. 2010. Toxicidad de cuatro insecticidas sobre *Tamarixia triozae* (Burks) (Hymenoptera: Eulophidae) y su hospedero *Bactericerca cockerelli* (Sulc)(Hemiptera: Triozidae). Tesis de maestria. Colegio de postgraduados. 36 p.

- Marín J. A. 2004. Biología, ecología e identificación de insectos vectores en cultivo de papa. Memoria de la XXI Semana Internacional del Parasitólogo: Simposium Punta Morada de la Papa, Saltillo, Coahuila, México. Pp 84-96.
- Marín J. A.; Bujanos, M. R.; Delgadillo, S. F. 2009. Psiloideos y cicadélidos en el cultivo de la papa en el Bajío, Guanajuato, México. *Agricultura Técnica en México*, Vol. 35, Núm. 1, enero-marzo, 2009. Pp. 117-123
- Martin, N. A. 2008. Host plants of the potato/tomato psyllid: a cautionary tale. *The Weta* 35 (1): 12-16.
- Metcalf, R. L. 1989. Insect Resistance to Insecticides. *Pestic. Sci.* 26:333-358.
- Montero, R. L. 1994. Ciclo de vida y factores de mortalidad del Psilido del tomate *Paratrioza cockerelli* (Sulc) (Homóptera: Psyllidae). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 50 p.
- Munyanza, J. E. and Upton, J. E. 2005. Beet leafhopper (Hemíptera: Cicadellidae) transmits the Columbia Basin potato purple top phytoplasma to potato, beets, and weeds. *J. Economic Entomology*. 99:268-172.

- Munyaneza, J. E.; Crosslin, J. M. and Upton, J. E. 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.; Goolsby, J. A.; Crosslin, J. M. and Upton, J. E. 2007b. Evidence that Zebra Chip Potato Disease in the Lower Rio Grande Valley of Texas is Associated with *Bactericera cockerelli*. *Subtropical Plant Science*, 59:30-37.
- Pavlista, A. D. 2002. Potato (tomato) psyllids. *Nebraska Potato Eyes*. 4:1-4.
- Pavlista, A. D. 2002b. Leafhoppers. U. Nebraska Panhandle Research and Extension Center. *Nebraska Potato Eyes Vol. (14): 4*
- Pearl, L. 1928. *The rate of living*. Alfred A. Knopf. The Johns Hopkins University. New York. 185 p.
- Percy, D. M. 2003. Legume-feeding psyllids (Hemiptera: Psylloidea) of the canary islands and madeira. *Journal of Natural History*. 37: 397-461.
- Pletsch, D. J. 1947. The potato psyllid *Paratrioza cockerelli* (Sulc), its biology and control. *Montana Agric. Exp. Stn. Bull.* 446: 95.

- Richards, B. L. 1928. A new and destructive disease of the potato in Utah and its relation to potato psylla. *Phytopathology* 18:140–141.
- Rojas, R. P. 2010. Biología de *Tamarixia triozae* (Burks) (Hymenoptera: Eulophidae) parasitoide de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Hemiptera: Triozidae). Tesis de maestría en fitosanidad, Entomología y acarología. Colegio de postgraduados. Carretera México- Texcoco Edo. De Méx. 48 p.
- Rowe, J. A. and Knowlton, G. F. 1935. Studies upon the morphology of *Paratrioza cockerelli* (Sulc). *Utah Acad. Sci. Arts. Lett.* 12:223-239.
- Rubio, C. O. A; Almeyda, L. I. H.; Ireta, M. J.; Sánchez, S. J. A; Fernández, S. R.; Borbón, S. J. T.; Díaz, H. C.; Garzón, T. J. A.; Rocha, R. R. y Cadena, H. M. A. 2006. Distribución de la punta morada y *Bactericera cockerelli* sulc. En las principales zonas productoras de papa en México. *Agricultura técnica en México*. Mayo-agosto. Año/vol. 32. Numero 02. Texcoco, México. Pp.: 201-211.
- SAGARPA. 2001. Secretaria de Agricultura, Ganaderia, desarrollo Rural, Pesca y Alimentacion. 2001. Direccion General de Sanidad Vegetal. Norma Oficial Mex. NOM-082-FITO-2001. <http://www.sagarpa.gob.mx>
- SAS Institute Inc. 2008. Guide for personal computers. SAS institute, Cary, N.C.

SIAP. 2007, 2010 y 2011. Servicio de Información y estadística Agroalimentaria y Pesquera.

<http://www.siap.sagarpa.gob.mx>

Stevens, P. F. angiosperm Phylogeny Webside. Version 9.

Sulc, K. 1909. *Triozia cockerelli* n.sp., a novelty from North America, being also of economic importance. Acta Society Entomologia Bohemiae 6: 102-108.

Vargas, C. I. I. 2005. Especies y fluctuación poblacional de cicadelidos y psilidos positivos a fitoplasmas en el cultivo de la papa y maleza aleña en Arteaga Coahuila. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 89 p.

Vargas-Madríz, H. 2010. Morfometría y tablas de vida de *Bactericera cockerelli* (sulc) en dos variedades de tomate en invernadero. Tesis de maestría en fitosanidad, Entomología y acarología. Colegio de postgraduados. Carretera México-Texcoco Edo. De Méx. 123 pp.

Vega, G.; Rodríguez, M.; Díaz, G.; Bujanos, M.; Mota, S.; Martínez, C.; Lagunes, T.; Garzón, T. 2008 Susceptibilidad a insecticidas en dos poblaciones mexicanas del salerillo, *Bactericera cockerelli* (sulc) (Hemiptera: Triozidae) Agrociencia, Vol. 32. No. 4. Pp. 463-471.

- Vera, G. J., Pinto, V. M. López, C. J y R. Reyna. 2002. Ecología de poblaciones de insectos. Colegio de Postgraduados. México. 138 p.
- Wallis, R. 1955. Ecological studies on the potato psyllid as a pest of potatoes. USDA Technical Bulletin No. 1107: 25 pp.
- Yang, X., and T.-X. Liu. 2009. Life history and life tables of *Bactericera cockerelli* (Homoptera: Psyllidae) on eggplant and bell pepper. *Environ. Entomol.* 38: 1661-1667.
- Yang, X. B., Yong M. Z., Lei H. and Xian L. 2010. Life History and Life Tables of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae) on Potato Under Laboratory and Field Conditions in the Lower Rio Grande Valley of Texas. *Journal of Economic Entomology*, 103(5):1729-1734.

APÉNDICE

Cuadro A1. Registro de las medias de supervivencia de dos poblaciones de *Bactericera cockerelli*

Estadio	Días	SLP	CNL
	0	150	150
	1	150	150
	2	150	150
	3	150	150
	4	150	150
	5	150	148.5
Huevo	6	149	144
	7	148.5	139
	8	142.5	130.5
	9	138	124
N ₁	10	127.5	119.5
	11	105	104
	12	95	92
	13	68	78.5
N ₂	14	41.5	73
	15	37	67.5
	16	35.5	63
	17	34	62.5
N ₃	18	30.5	58.5
	19	29	57
	20	27.5	53
	21	26	52.5
N ₄	22	25.5	50.5
	23	25	46
	24	23	42
	25	21	37.5
N ₅	26	19.5	26
	27	18.5	23
	28	14.5	19
	29	11.5	17
	30	11	17
Adulto	31	10	17