

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Morfometría de *Bactericera cockerelli* (Sulc.) Procedentes de Aguascalientes y Coahuila.

Por:

JHONATAN PÉREZ MONTELLANO

T E S I S

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

Morfometría de *Bactericera cockerelli* (sulc.) Procedentes de Aguascalientes y Coahuila.

Por:

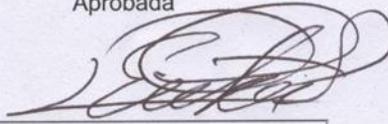
JHONATAN PÉREZ MONTELLANO

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobada



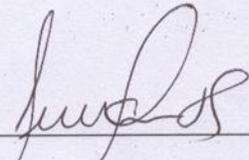
Dr. Ernesto Cerna Chávez

Asesor principal



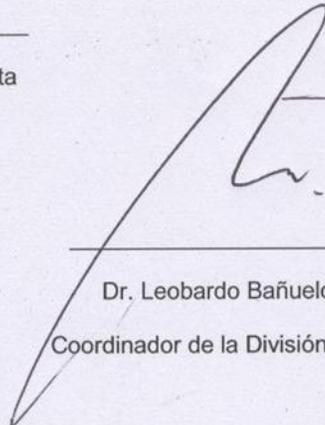
Mc. Omegar Hernández Bautista

Coasesor



Dr. Jerónimo Landeros Flores

Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2013

ÍNDICE GENERAL	PÁGINA
RESUMEN.....	1
AGRADECIMIENTOS.....	2
DEDICATORIA.....	3
INTRODUCCIÓN	4
OBJETIVOS	8
HIPÓTESIS	9
REVISIÓN DE LITERATURA	10
Cultivo de la papa	10
Origen y Distribución	10
Importancia del cultivo	10
Importancia económica del cultivo de chile (<i>Capsicum annum</i>).	11
Principales zonas productoras	12
Exportaciones	13
Problemas fitosanitarios del cultivo de chile y papa	13
Enfermedades	13
Marchitez del chile (<i>Phytophthora capsici</i> L).	13
Antracnosis del chile (<i>Colletotrichum capsici</i>).	14
La pudrición suave (<i>Pectobacterium carotovorum</i>).	14
La podredumbre parda	14
Plagas insectiles	14
Picudo o barrenillo del chile (<i>Anthonomus eugenii</i> C).	14
Minador de la hoja (<i>Liriomyza munda</i> L).	15
Mosquita blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i> M).	15
El áfido de la papa (<i>Macrosiphum euphorbiae</i>).	15
El pulgón verde <i>Myzus persicae</i> (Sulzer)	16

La chicharrita de la papa <i>Empoasca fabae</i> (Harris)	16
La mosquita blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i> (Westwood)	16
El pulgón saltador (<i>B. cockerelli</i>)	17
Permanente del tomate	17
Sintomatología.....	18
<i>B. cockerelli</i> como vector	20
<i>Bactericera cockerelli</i> (Sulc)	21
Origen	21
Ubicación taxonómica	22
Descripción Morfológica	23
Biología y Hábitos	25
Ciclo de Vida	25
Hospederos	27
Control	28
Técnicas de monitoreo	30
Morfometría.....	30
MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
CONCLUSIONES.....	51
LITERATURA CITADA	52
APÉNDICE.....	61

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Resultados de la evaluación del diseño experimental para el largo del cuerpo del insecto.	35
Cuadro 2. Resultados la evaluación del diseño experimental para el ancho del cuerpo del insecto.....	38
Cuadro 3. Media, diferencia y razón de crecimiento del largo durante el desarrollo de <i>B. cockerelli</i> procedente de Coahuila.....	40
Cuadro 4. Media, diferencia y razón de crecimiento del ancho durante el desarrollo de <i>B. cockerelli</i> procedente de Coahuila.....	40
Cuadro 5. Media, diferencia y razón de crecimiento del largo durante el desarrollo de <i>B. cockerelli</i> procedente de Aguascalientes.....	42
Cuadro 6. Media, diferencia y razón de crecimiento del ancho durante el desarrollo de <i>B. cockerelli</i> procedente de Aguascalientes.....	42
Cuadro A1. Lecturas morfométricas del largo de huevo e instares ninfales de <i>B. cockerelli</i> de Coahuila.....	61
Cuadro A2. Lecturas morfométricas del ancho de huevo e instares ninfales de <i>B. cockerelli</i> de Coahuila.....	62
Cuadro A3. Lecturas morfométricas del largo de huevo e instares ninfales de <i>B. cockerelli</i> de Aguascalientes.....	63
Cuadro A4. Lecturas morfométricas del ancho de huevo e instares ninfales de <i>B. cockerelli</i> de Aguascalientes.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Grafica de evolución del largo del cuerpo durante el desarrollo.....	36
Figura 2. Grafica de evolución del ancho del cuerpo durante el desarrollo.....	38
Figura 3. Razón de crecimiento de la variable largo durante el desarrollo de <i>B.cockerelli</i> procedente de Coahuila.....	41
Figura 4. Razón de crecimiento de la variable ancho durante el desarrollo de <i>B.cockerelli</i> procedente de Coahuila.....	41
Figura 5. Razón de crecimiento de la variable largo durante el desarrollo de <i>B.cockerelli</i> procedente de Aguascalientes.....	43
Figura 6. Razón de crecimiento de la variable ancho durante el desarrollo de <i>B.cockerelli</i> procedente de Aguascalientes.....	43
Figura 7. Grafica de correlación de largo y ancho de huevo.....	44
Figura 8. Grafica de correlación de largo y ancho de Ninfa 1.....	44
Figura 9. Grafica de correlación de largo y ancho de Ninfa 2.....	45
Figura 10. Grafica de correlación de largo y ancho de Ninfa 3.....	45
Figura 11. Grafica de correlación de largo y ancho de Ninfa 4.....	46
Figura 12. Grafica de correlación de largo y ancho de Ninfa 5.....	46
Figura 13. Grafica de correlación de largo y ancho de huevo.....	47
Figura 14. Grafica de correlación de largo y ancho de Ninfa 1.....	48
Figura 15. Grafica de correlación de largo y ancho de Ninfa 2.....	48
Figura 16. Grafica de correlación de largo y ancho de Ninfa 3.....	49
Figura 17. Grafica de correlación de largo y ancho de Ninfa 4.....	49
Figura 18. Grafica de correlación de largo y ancho de Ninfa 5.....	50

RESUMEN

El cultivo de las solanáceas es uno de los principales productos hortícolas en México, dentro de esta familia se incluyen especies como el Tomate (*Solanum lycopersicum*), chile (*Capsicum spp.*) y la papa (*Solanum tuberosum*). Estas especies tienen gran importancia desde varios puntos de vista, entre ellos el aporte nutricional que representan en la dieta humana, también en el aspecto económico ya que durante el ciclo de cultivo se generan empleos directos e indirectos, temporales y permanentes, representando una fuente importante de ingresos para las personas involucradas en la cadena productiva y comercial. Estos cultivos se han visto afectados por diversos problemas fitosanitarios, entre los que últimamente destaca el daño causado por *Bactericera cockerelli*, que afecta directa e indirectamente provocando grandes mermas en el rendimiento de las zonas productoras de papa de la región de Coahuila y Nuevo León, y la región productora de chile en Villa de Arista, San Luis Potosí. En dichas zonas se desconoce si existen diferencias morfométricas entre los individuos de *Bactericera cockerelli* en función de su lugar de origen, por lo que el objetivo de este trabajo es determinar las dimensiones de largo y ancho de huevecillos, y de los estadios ninfales. Para lo cual se colectaron adultos y ninfas de *Bactericera cockerelli* en cultivos de chile y papa de diferentes localidades en San Luis Potosí y Coahuila-Nuevo León. Ambas poblaciones se establecieron en invernadero sobre plantas de chile pimiento (var. California wonder) y papa (var. Fianna), una vez obtenida la cantidad necesaria de insectos, estos fueron llevados al laboratorio en donde se mantuvieron cohortes sobre plantas de chile pimiento, para el análisis morfométrico de huevos e instares ninfales se consideraron las variables: largo y ancho. Se encontró que dichas variables son independientes una respecto a la otra, que el efecto de las diferentes regiones ocasionó que las dimensiones en cuanto al largo presentaran diferencia y en cuanto al ancho solamente en el estadio N1 hubo diferencia.

Palabras clave: ***Bactericera cockerelli*, morfometría, Coahuila, Aguascalientes.**

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, porque dentro de toda su creación, me contempló para formar parte de ella. (*Salmos 135:6*)

A mi **Alma Mater**, por adoptarme y formarme como profesionista, y permitirme ejercer profesionalmente el oficio mas antiguo del hombre: la Agricultura (*Génesis 2:15*)

Al **Dr. Jerónimo Landeros Flores**, por ser mi profesor y amigo en momentos difíciles de mi vida, y brindarme sus sabias palabras que me ayudaron a darle un nuevo rumbo a mi vida.

Al **Dr. Ernesto Cerna Chávez**, por formar parte de este proyecto, por sus consejos, sugerencias y comprensión como asesor.

Al **MC. Omegar Hernández Bautista**, por ayudarme en la revisión de esta tesis y sobre todo por su amistad brindada durante estos años de mi estancia en la universidad.

A todos los profesores del Departamento de Parasitología, quienes mediante sus enseñanzas transmiten: conocimiento, experiencia y juicio, que han aportado en mi formación académica y personal. En especial al **Dr. Abiel Sánchez A.** al **Mc. Antonio Cárdenas E.** y **Mc Víctor Manuel Sánchez V.**

A todos mis compañeros de generación y personas que me acompañaron es esta aventura, pero sobre todo a mis grandes amigos: a los ahora **MC. Oscar Ángel Sánchez Flores** y **MC. Eloy Cuevas González.**

DEDICATORIAS

A mis padres:

Profesora Marbella Montellano Santiago y Sr. Macario Pérez López, nada de esto hubiera sido posible sin su ayuda, por que ustedes han desgastado su vida para formar la mía en todos los aspectos. Las palabras y la vida no me alcanzaran jamás para agradecerles todo lo que han hecho por mí.

Mis hijos y los hijos de mis hijos podrán tener muchas cosas, pero jamás tendrán el privilegio de tener unos padres tan maravillosos como ustedes.

A Iveth Vite García:

Gracias por formar parte de mi vida, por todos los momentos buenos y malos que hemos compartido, por que de ti he aprendido muchas cosas, por que cuando he querido darme por vencido me has ayudado a levantarme. Muchas gracias Iveth, te quiero.

A mis hermanos:

Arturo, Levid, Marvin y David:

Ustedes hermanos míos han sido una fuente de fortaleza para mi, en esos momentos que la vida de estudiante me agobiaba, pensaba en ustedes; en la confianza depositada en mi y en la promesa que hice a mis padres y a ustedes de ser alguien en la vida. Gracias por estar a mi lado, por que a pesar de la distancia que nos separa; los llevo siempre en mi corazón.

INTRODUCCIÓN

Las *Solanáceas* comprenden cerca de 2000 especies distribuidas sobre todo en América, muchas de ellas son conocidas por el elevado contenido en alcaloides. Se trata de plantas leñosas (sobre todo en la zona tropical) y herbáceas, anuales o perennes, con hojas en espiral o alternas, sin estípulas. Algunos caracteres anatómicos importantes consisten en la presencia constante de haces laterales, de células provistas de sales cristalizadas formadas por oxalato de calcio, y la ausencia de tejidos secretores internos. Las inflorescencias son normalmente uníparas o bíparas, helicoidales, pero también son frecuentes las flores solitarias. Las flores hermafroditas son actinomorfas o doblemente zigomorfas (*Hyoscyamus*), y están constituidas por un cáliz de 5 sépalos, soldados o casi libres, con tendencia a quedar pegados en el fruto, y una corola gamopétala, también pentámera, con forma de copa o tubo. El androceo tiene 5 estambres insertados en el tubo corolino, y el gineceo, un ovario súpero bilocular formado por 2 carpelos y un único estilo con estigma bilobado o bífido (Maiti and Singh, 2002).

Las solanáceas representan una familia de gran importancia económica en cuanto a que muchas especies, algunas originarias de América, son cultivadas desde hace mucho tiempo. Como el tabaco (*Nicotiana tabacum*), el tomate (*Solanum lycopersicum*), el pimiento (*Capsicum annuum*), el género *Solanum* tienen unas 900 especies entre las que encontramos la patata (*Solanum tuberosum*) y la berenjena (*S. melongena*) (Korschinerk, et al., 1991).

Otras especies con cierta importancia se cultivan con fines ornamentales, como la petunia, representada por diversas variedades del género *Petunia* y el *Cestrum parqui*, mientras que otras son utilizadas en la industria farmacéutica por su contenido en alcaloides: el estramonio (*Datura stramonium*), de origen americano pero actualmente naturalizada en muchos sitios, la belladona (*Atropa belladonna*), la mandrágora (*Mandragora autumnalis*), el beleño negro (*Hyoscyamus niger*), todas estas especies están presentes en la naturaleza incluso en nuestra región (Inés, 2007).

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) es una planta de la familia de las solanáceas, cultivada casi en todo el mundo por su tubérculo comestible. Es originaria de los Andes, en el área del lago Titicaca cerca de la frontera actual entre Perú y Bolivia. En México empezó a tomar importancia a partir de 1940, actualmente la superficie sembrada es de 55,193 ha con una producción anual aproximada de 1, 462, 729 t y un rendimiento promedio de 27.27 ton/ha (SIAP y SAGARPA 2013).

Dentro de los principales estados productores de papa destaca la región de Coahuila y Nuevo León, obteniendo altos rendimientos, siendo de hasta 50 t/ha (Inés, 2007). Este cultivo cumple sin duda una función importante, tanto como buena fuente de energía como fuente de ingreso para productores y jornales de las diferentes regiones productoras.

Las altas producciones se han visto mermadas en los últimos años por diferentes plagas entre las que destaca por su importancia el psílido de la papa, *Bactericera cockerelli* Sulc., (Cadena y Galindo, 1985; SENASICA, 2004). Este insecto causa dos tipos de daños: directo e indirecto; El directo es ocasionado cuando el insecto se alimenta succionando la savia del floema e inyectando toxinas, daño que es conocido como “amarillamiento por psílido”. El daño indirecto se produce cuando el insecto funciona como vector de enfermedades como el permanente del tomate (*Solanum lycopersicum*) y la punta morada de la papa (*Solanum tuberosum*) (Marín *et al.*, 2002). La enfermedad de la punta morada de la papa puede destruir hasta el 95 % de la producción (Ramírez *et al.*, 1978), debido a que disminuye la calidad de los tubérculos al provocar manchado interno.

Para determinar el momento de realizar medidas de control, ya sea aplicación de pesticidas o liberación de enemigos naturales es importante conocer los cambios que ocurren en la población así como los factores que las regulan; Esto se puede lograr mediante un estudio de fluctuación poblacional tomando en cuenta la humedad relativa y la temperatura ambiente como factor externo responsable de la velocidad de desarrollo de la biología del insecto (Marín *et al.*, 2002).

La papa es un cultivo muy importante como fuente de alimentación humana ocupando el cuarto lugar entre los principales cultivos alimenticios del mundo; En México, la superficie sembrada es de 55,193 ha con una producción anual aproximada de 1,462,729 ton y un rendimiento promedio de 27.278 t/ha (SIAP y SAGARPA 2013).

En la región papera del sur de Coahuila y Nuevo León, se obtienen los rendimientos más altos por unidad de superficie a nivel nacional, llegando a obtener algunos productores hasta 50 ton /ha. Además de generar un buen ingreso económico para los agricultores, proporcionando numerosas fuentes de empleo para los campesinos de la región (Inés, 2007).

El rendimiento del cultivo se ve seriamente dañado por un gran número de plagas, las cuales atacan al follaje, tallos, estolones y tubérculos; Además a través de estas heridas pueden invadir al cultivo enfermedades causadas por hongos, bacterias y nematodos; Otro aspecto importante son las plagas que succionan la savia y transmiten enfermedades difíciles de controlar (Calderón, 1978).

En México junto con el maíz y el frijol, el cultivo del Chile es uno de los productos de mayor consumo en la alimentación; Nuestro país es considerado el centro de origen del Chile *Capsicum annuum* (Fundación Produce Sinaloa ,2007).

Para el 2007 los principales estados productores de chile fueron Chihuahua, Sinaloa y Zacatecas. Cabe mencionar que el orden de importancia se modifica al comparar los rendimientos de estos tres estados. En el caso de Sinaloa, un estado con alto grado de tecnificación, se registró una cosecha de 40 ton/ha, en Chihuahua 20 ton/ha, mientras que en Zacatecas es el estado con de mayor superficie sembrada teniendo un rendimiento de 7 ton/ha, siendo este el que obtiene el rendimiento más bajo (SIAP, 2007).

Sin embargo el cultivo presenta pérdidas debido a varios factores; siendo las enfermedades una de las principales causas; Las altas temperaturas y humedad relativa favorecen el establecimiento, desarrollo y diseminación de los patógenos, de tal manera que en forma general se estiman que las pérdidas por patógenos en pre y postcosecha se encuentran un rango que varía del 18 al 25 % del volumen total de la producción (SIAP, 2013).

Por otro lado, otro factor importante es la presencia de una amplia variedad de plagas de insectos que pueden causar daño significativo en plantaciones de Chile. Los gusanos cortadores (*Agrotis spp* y *Spodoptera spp*), pueden ser plagas comunes en las primeras etapas de desarrollo de la planta.

Algunos estudios realizados en México, a través de técnicas moleculares y biológicas demostraron que *B. cockerelli* está asociado con algunos fitopatógenos y puede transmitirlos a plantas de Chile, *Capsicum annuum* L.; jitomate, *Solanum lycopersicum* L.; tomatillo *Physalis ixocarpa* Brot. y papa, *Solanum tuberosum* L. (Nava, 2002).

Esta plaga en México se ha reportado en el noreste como plaga potencial de la papa, en el Bajío y Valle de Villa Arista, San Luis Potosí, afectando al cultivo del tomate; También se tiene conocimiento de la presencia de esta plaga en la región papera de Arteaga, Coahuila, área chilera de Delicias, Chihuahua, así como en Nayarit y Sinaloa (Nava, 2002).

Por lo anterior es necesario hacer estudios más profundos sobre la biología de *B. cockerelli* con la finalidad de entender mejor como se relaciona en cuanto a sus caracteres morfológicos y los distintos hospederos que parasita.

OBJETIVOS

- Determinar la variación de dimensiones (largo y ancho) de una muestra de poblacional de *Bactericera cockerelli* colectadas en diferentes regiones de México.
- Determinar en que población se presentaron mayores dimensiones en cuanto a largo y ancho de los huevecillos e instares ninfales de *Bactericera cockerelli*.
- Determinar si están relacionadas entre si las medidas del largo y ancho de los huevecillos e instares ninfales de *Bactericera cockerelli*.
- Determinar en que instar ninfal se presentó la mayor razón de crecimiento.

HIPÓTESIS

En alguno de los instares ninfales estudiados habrá diferencias morfométricas entre las poblaciones en función al lugar de colecta.

REVISIÓN DE LITERATURA

Cultivo de la papa

Origen y Distribución

La papa (*Solanum tuberosum* L). es originaria de la región montañosa Andina en América del Sur; Se han realizado análisis de sitios antiguos y se ha confirmado que la papa ha sido cultivada por más de 8,000 años. Se conocen unas 2,000 especies del genero botánico *Solanum*, de los cuales de 160-168 son plantas productoras de tubérculos, y ocho especies con fines alimenticios pero solo *S. tuberosum* es ampliamente cultivada en el mundo (Rowe, 1993).

La papa fue introducida de América del sur a España en el año de 1570 y fue distribuida hacia algunos países de Europa. Posteriormente Llegó a Norteamérica por medio de los migrantes en 1700 (Maiti and Singh, 2002).

Importancia del cultivo

Es uno de los cultivos de mayor importancia en el planeta, por su alto valor nutricional (Rhodes, 1982); La producción anual de este cultivo representa aproximadamente la mitad de la producción mundial de todas las raíces y tubérculos (Korschinerk, *et al.*, 1991).

El cultivo de la papa constituye una fuente importante de ingresos para los agricultores, además de generar empleos para los trabajadores agrícolas que abarcan todas las labores de siembra, escardas, riego, aplicación etc. Incluyendo labores de postcosecha como cargadores, transportistas y comerciantes (Rocha, 1985).

En el área que comprende a los municipios de los estados de Coahuila y Nuevo León, se siembran casi 5500 ha. Bajo condiciones de riego con rendimientos de aproximadamente 30 ton/ha. En México, el consumo per cápita de papa es de 12.5 kg el cual resulta bajo, comparado con el de otros países como Estados Unidos (58.4 kg) y Holanda (58.8 kg); La papa ocupa el sexto lugar de importancia como alimento de los mexicanos (Rangel, 1995).

Importancia económica del cultivo de chile (*Capsicum annum*).

El chile es originario de México, Centro y Sudamérica, el nombre viene del náhuatl, chilli y se aplica a numerosas variedades. Después del maíz, el chile es el producto agrícola más representativo de México; además de ser uno de los condimentos más usados en la preparación de alimentos mexicanos; En México se cultivan 147.6 mil has de chiles, con una producción de cerca de 2.24 millones de toneladas de producto fresco con una superficie sembrada de 158,765 has (SIAP, 2013).

La producción ha mantenido una tendencia positiva pasando a 1,537.009 ton en el 2007 la producción nacional de esta hortaliza se incremento a una tasa media anual del 8.5 % Este importante ritmo de crecimiento ha sido ocasionado tanto por la incorporación de nuevas tierras al cultivo, como al incremento de los rendimientos por unidad de superficie cuya tasa de incremento ha sido 11.95 ton/ha en el 2000 a 13.24 ton/ha en el 2005 (SIAP,2013).

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, 2013).

Principales zonas productoras

El chile, en sus diversas variedades, se cultivan en todos los estados del país; la mayor parte de la superficie cultivada corresponde a zonas de riego, excepto una pequeña superficie en los estados de Veracruz y Oaxaca en donde se cultiva en condiciones de temporal y humedad residual (SIAP, 2013).

Tradicionalmente el estado de Sinaloa se ha caracterizado por ser el principal productor de chile verde seguido por Chihuahua, Zacatecas, San Luis Potosí y Tamaulipas; Sin embargo, durante el 2007 Chihuahua presento un crecimiento notable al aportar poco más del 23 % de la producción nacional con poco menos del 10 % del total de la superficie cosechada a nivel nacional, debido a que sus rendimientos fueron 150 % superiores a la media nacional (SIAP, 2013).

Durante el 2007 el principal productor de jalapeño fue chihuahua con 310,413 ton con un 43.6 % de producción a nivel nacional y una superficie de 12, 468 ha siguieron en orden de importación Sinaloa con 132,282 ton con un 18.6 % de producción a nivel nacional y una superficie de 3,809 ha le siguen en orden de producción Michoacán, Jalisco y Tamaulipas con una producción de 50,000 a 80,000 ton ocupando el 11 % de producción a nivel nacional (SIAP, 2013).

Otras de las producciones importantes es la variedad de serrano siendo Sinaloa uno de los productores principales a nivel nacional con una producción de 144,812 ton ocupando el 45.8 % de la producción en general y una superficie sembrada de 2,751 ha, a nivel nacional el jalapeño abarca el 36.2 % de producción de chile fresco el serrano el 15.7 % y otras variedades el 48.2 % como lo son el chipotle, poblano y morrón (SIAP, 2013).

Exportaciones

En el periodo de junio del 2007 y el periodo de agosto de 2007 se observa un incremento en las exportaciones de chile fresco a USA de 18.6 % equivalente a 267,400 ton. Existen 4 puntos principales de ingreso de chile fresco a los estados Unidos: Reynosa con un porcentaje de exportación de 28.4 % de producción, Cd. Juárez 25 %, Nogales 23.8 % y Tijuana 22.1 % (SIAP,2013).

En México se producen 2,249 mil ton de chile fresco de las cuales el 14 % se exporta a los estados Unidos de América, de ese 14 %, que significa 314.1 mil ton siendo variedades de jalapeños y serranos representan 12 mil toneladas, el 4.3 % de las exportaciones de chile fresco a Estados Unidos (SIAP, 2013).

México presentó un incremento en la producción de chiles del 7.2 % en referencia al ciclo anterior. Las exportaciones de chiles frescos hacia Estados Unidos de América, se incrementaron en un 18.6 % pasaron de 225.5 a 267.4 miles toneladas; La industrialización o procesamiento de chiles Jalapeño y Serrano es de 311.6 miles de ton de producto fresco (SIAP, 2013).

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, 2005).

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 chrysanthemi* 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): Esta plaga es de origen mexicano y es la más generalizada a nivel nacional, se encuentra presente durante toda la etapa de producción del cultivo, principalmente en la región de Veracruz, Yucatán y Nayarit, incrementando el costo del cultivo, ya que se realizan varias aplicaciones de pesticidas para su control; en las regiones de clima templado como la mesa central, el bajío, zacatecas, Durango, San Luis Potosí y chihuahua el problema comienza a persistir (SARH-INIA, 1985).

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, 1999).

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.

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 (Metcalf, 1982).

El áfido de la papa (*Macrosiphum euphorbiae*): 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 transmisión 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) pertenece a la orden Hemiptera, de la familia Aleyrodidae; 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; Los daños directos que ocasionan son amarillamiento y debilitamiento de la planta, al alimentarse de la savia de las hojas los adultos y las ninfas; 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 severamente dañado por diferentes plagas insectiles entre las que se pueden mencionar 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” (Bayer, 2008).

El pulgón saltador (*B. cockerelli*)

El psílido de la papa es una plaga importante que bajo infestaciones severas causa serios daños. Se puede comentar que este insecto causa dos tipos de daños: el directo y el indirecto.

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 psyllaurosus*” (Hansen *et al.*, 2008) o “*Candidatus Liberibacter solanacearum*”, 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).

El primer daño reconocido se dio a conocer al mundo como daño indirecto o toxinífero por el Dr. Richards en el año de 1928; El mencionó que la enfermedad de “amarillamiento de la papa” se debía a los procesos de la alimentación de las ninfas en la planta, ya que inyectan toxinas con su estilete; esto se confirmó al retirar las ninfas de la hoja, pues los síntomas desaparecen lentamente, y la planta tiende a recuperar su color verde normal; Durante los años 2003 y 2004 la incidencia de esta enfermedad se incrementó considerablemente, llegando al 100 % en las aéreas productoras de papa, como ocurrió en la región sur de Coahuila y Nuevo León (Flores *et al.*, 2004a).

Permanente del tomate

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). Sin embargo, en México se ha relacionado *Bactericera cockerelli* con dos enfermedades contagiosas, permanente del tomate (Garzón, 1984; Becerra, 1989) y punta morada de la papa (Salas, 2006) y zebra chip (Munyaneza *et al.*, 2007).

Sintomatología

Las plantas de papa enfermas de *Candidatus Liberibacter psyllaureus* transmitido por *B. cockerelli* muestran una disminución en el crecimiento, desarrollo prematuro, clorosis o amarillamiento; Otros síntomas son la formación de tubérculos aéreos, entrenudos cortos, enrollamiento apical, coloración púrpura en folíolos y oscurecimiento en el interior de los tubérculos (Munyaneza *et al.*, 2007)

Los síntomas en las plantas de chile inician con una clorosis de los brotes apicales, las hojas inferiores se enrollan (toman la apariencia de taco) 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, 1984 y 1986).

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).

Esta enfermedad por muchos años fue diagnosticada en todo el mundo como virosis, en algunos países se le considera como un problema nutricional, enmascarando los síntomas con la aplicación de fertilizantes foliares, también ha sido vista como daño de hongos como *Fusarium* y *Verticillium* (Almeyda *et al.*, 2004).

Las plantas que se logran desarrollar no producen adecuadamente (Cadena, 1993 y Lee *et al.*, 2004) reportaron la Punta Morada de la Papa como una epidemia muy severa en Washington y Oregón, USA., durante los años 2002 y 2003. Recientemente investigadores de los Estados Unidos de Norteamérica, la reportan como daño causado por una toxina transmitida por *Bactericera cockerelli* (Salazar, 1996).

Primeramente se reportó que el agente causal de la punta morada está relacionado con organismos de tipo fitoplasma (Beres *et al.*, 1998; Delgadillo, 1999), y está relacionado con el agente causal del permanente del tomate, debido a que pertenecen al mismo grupo (Almeyda *et al.*, 2002b), también se asoció con la presencia de hongos del suelo tales como: *Fusarium* sp. (Jensen *et al.*, 2004) y *Verticillium* sp. (Almeyda *et al.*, 2004).

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). Por su parte Feng *et al.* (2009) atribuyen las coloraciones radiales en el interior de los tubérculos al deficiente contenido de almidón, glucosa y sacarosa.

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*”, a su vez, Liefting *et al.* (2009) reportaron a *Candidatus Liberibacter solanacearum*, como agente causal de la enfermedad describiéndolo de tipo bacteriano ya que posee un 97% de similitud con las secuencias genómicas de “*Candidatus Liberibacter asiaticus*”.

En Nueva Zelanda, tubérculos con síntomas de “Zebra Chip” resultaron positivas a liberibacter (Anderson, 2008; Liefiting *et al.*, 2008), en Estados Unidos Abad *et al.* (2009) descubrieron la misma especie de liberibacter en plantas afectadas. Liefiting *et al.* (2009a, b) propusieron “*Candidatus Liberibacter solanacearum*”.

Últimamente Segonda *et al.* (2010) sugirió que ambas especies de Liberibacter son sinonimias y 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, por lo que se diferencia “psyllid yellows” con “zebra chip”. Este último puede transmitirse vía tubérculo, el movimiento de semilla infectada a otras regiones desempeña un papel importante en el ciclo de vida de este patógeno (Pitman *et al.*, 2011).

***B. cockerelli* como vector**

B. cockerelli muestra una fuerte relación con la enfermedad punta morada, ya que es el insecto más 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), donde las plantas más jóvenes son más susceptibles a su ataque (Feng *et al.*, 2009).

***Bactericera cockerelli* (Sulc)**

Origen.

Esta especie también conocida como: pulgón saltador, psílido de la papa, psílido del tomate, o salerillo, fue descubierto en 1909 por Cockerell en el estado de Colorado, por esta razón se considera que el centro de origen de *B. cockerelli* es el Oeste de los Estados Unidos de Norteamérica, a excepción de Oregon y Washington (Richards 1927). Como reconocimiento, el Dr. Sulc lo nombró científicamente como *Trioza cockerelli*, y Crawford (1911) asignó más adelante la especie al género *Paratrioza* que él propuso en 1910. Recientemente, el género de esta especie se ha revisado y asignado el nombre de *Bactericera cockerelli* (Sulc) (Burckhardt y Lauterer, 1997; Millar *et al.*, 2000).

En México existen antecedentes de este insecto desde 1947, cuando Pletsch reportó haberlo encontrado en los estados de Durango, Tamaulipas y Michoacán; posteriormente se detectó en los Estados de México y Guanajuato, donde se le nombró como “Pulgón saltador” (Garzón *et al.*, 2005).

Ubicación taxonómica

Según Triplehorn y Johnson (2005) consideran a *Bactericera cockerelli* dentro de la familia Psyllidae, posteriormente Hudkingson (2009) la incluyen dentro de la familia Triozidae, quedando como clasificación taxonómica de la siguiente manera:

Reyno:Animal

Phyllum:Artrópoda

Clase:Hexápoda

Orden:Hemiptera

Suborden:Sternorrhyncha

Superfamilia:Psylloidea

Familia:Triozidae

Genero:*Bactericera*

Especie:*B. cockerelli*

Descripción Morfológica

Huevecillos. Son pedunculados de forma oval anaranjado-amarillento, con 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). La eclosión ocurre en tres a ocho días (Davidson, 1992). Davis, (1931) menciona que el periodo de incubación fue de siete a ocho días. Sin embargo, Wallis (1951) reportó que éstos incuban en un período de 4 a 15 días dependiendo de la temperatura. Una hembra deposita 1257 huevecillos durante 24 horas (Knowlton y Janes, 1931). La incubación varía de tres a nueve días, pero la mayor eclosión ocurre en el quinto o sexto día. Lo más destacable es su gran capacidad reproductiva por hembra lo que permite irrupciones exponenciales en el crecimiento de la población.

Estados ninfales. Presenta cinco estadios ninfales de formas ovales, aplanados dorsoventrales, con ojos rojos bien definidos, que se asemejan a escamas (Lorus y Margery, 1980). Las antenas tienen placoides sencillas, que aumentan en número y son más notorias conforme el insecto alcanza los diferentes estadios. En el perímetro del cuerpo hay estructuras cilíndricas que contienen filamentos cerosos, los cuales forman un halo alrededor del cuerpo (Marín, 2004).

Primer instar. Es aplanado dorsoventralmente, de forma oval, cabeza y cefalotórax redondeado. Presentan una coloración anaranjada o amarilla, antenas con segmentos basales cortos y gruesos, que se van adelgazando hasta finalizar en un pequeño segmento con dos setas sensoriales. Los ojos son notorios, tanto en vista dorsal como ventral, y tienen tonalidad anaranjada. El tórax tiene paquetes alares poco notables (Marín, 2004). 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).

Segundo instar. Aplanado dorsoventralmente, se aprecian claramente las divisiones entre cabeza, tórax y abdomen. La cabeza es amarillenta, con antenas gruesas en la base que se estrechan hacia su parte apical, con segmentación no diferenciada, presentan dos setas sensoras. Los ojos son naranja oscuro, tórax verde amarillento con los paquetes alares visibles; la segmentación en las patas es notoria. Presenta abdomen amarillo con un par de espiráculos en cada uno de los primeros segmentos (Marín, 2004).

Tercer instar. La segmentación entre cabeza, tórax y abdomen es notoria. La cabeza es de color amarilla y las antenas presentan las mismas características que el estadio anterior. Los ojos rojizos. El tórax es verde-amarillento y se observan muy bien los paquetes alares en el mesotórax y metatórax. El abdomen es verde amarillento (Marín *et al.*, 2002;) y se presenta la segmentación en las patas (Becerra, 1989).

Cuarto instar. La cabeza y las antenas presentan las mismas características del estadio anterior. El tórax es verde-amarillento, la segmentación de las patas está bien definida y se aprecia en la parte terminal de las tibias posteriores dos espuelas, así como los segmentos tarsales y un par de uñas; éstas características se observan fácilmente en ninfas aclaradas y montadas. Los paquetes alares están bien definidos (Garza y Rivas, 2003). El abdomen es amarillo y los cuatro primeros segmentos abdominales presenta un par de espiráculos (Marín, 2004).

Quinto instar. La segmentación entre la cabeza, tórax y abdomen está bien definida. La cabeza y el abdomen son verde-claro y el tórax tiene una tonalidad más oscura. Las antenas están seccionadas en dos partes por una hendidura localizada cerca de la parte media; la parte basal es gruesa y la apical filiforme, observándose seis placoides sencillas visibles en ninfas aclaradas y montadas. Los ojos son de color guinda. Los tres pares de patas presentan segmentación bien definida. Los paquetes alares están claramente diferenciados, sobresaliendo del resto del cuerpo. Abdomen semicircular con un par de espiráculos en cada uno de los cuatro primeros segmentos (Marín, 2004).

Adulto. Parecido a una cigarra, de tamaño pequeño; mide de 2 a 6 mm de longitud, tiene tarsos de dos segmentos y antenas usualmente de diez segmentos y filiformes (Lorus y Margery, 1980). Cabeza de un décimo de largo del cuerpo, con una mancha café que marca la división con el tórax; los ojos son grandes. El tórax blanco amarillo con manchas café bien definidas. Su color cambia gradualmente de amarillo claro a verde pálido recién emergido, a café o verde de dos o tres días después, hasta alcanzar un color gris o negro a los cinco días de edad (Garza y Rivas, 2003). 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”. 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, 2004).

Biología y Hábitos

Ciclo de vida.

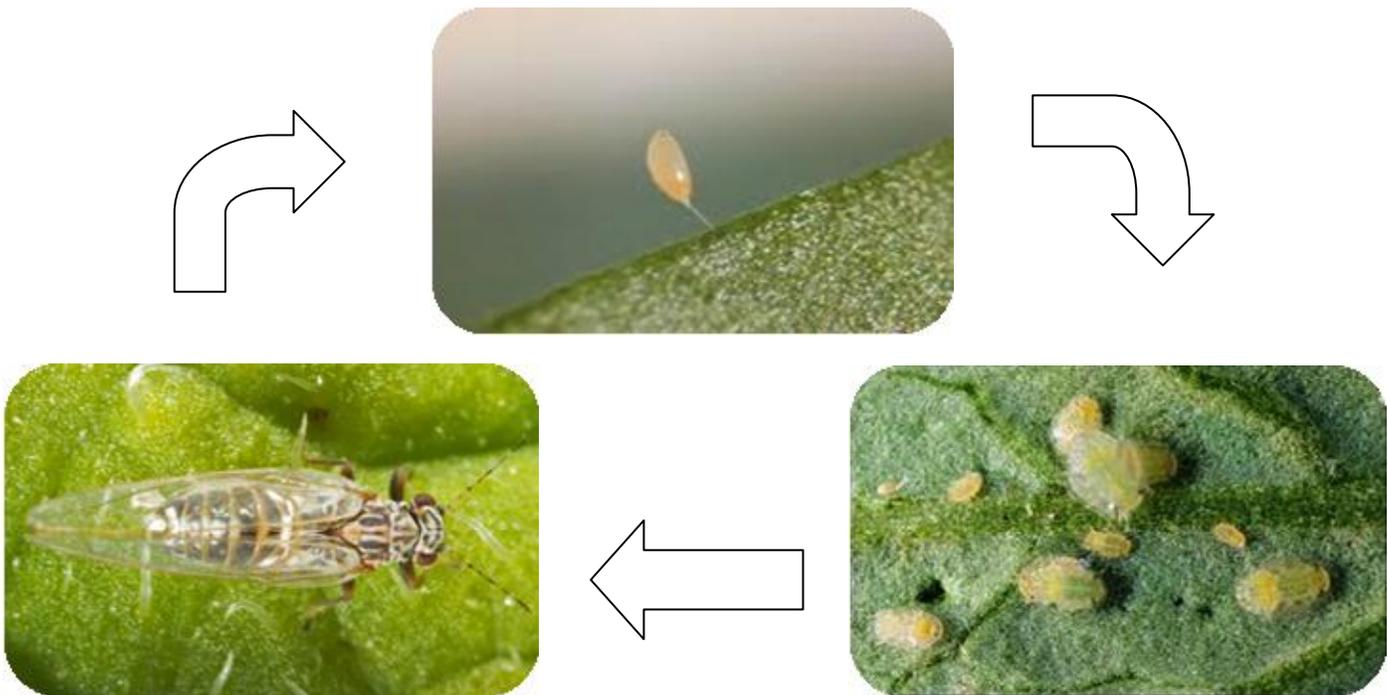
Este insecto presenta metamorfosis incompleta o paurometabola, es decir, que pasa por los estadios de huevo, ninfa y adulto (Wallis, 1951). Las hembras depositan huevecillos que se sujetan a las hojas por un pedicelo. Las ninfas pasan por cinco estadios que transcurren en el envés de las hojas, para después transformarse en adultos (Bayer, 2008).

El ciclo biológico de *B. cockerelli* varía de acuerdo a las condiciones ambientales por lo que algunos autores difieren en sus reportes: La hembra oviposita más de 500 huevecillos en el envés y borde de las hojas, los cuales requieren de 3 a 15 días para incubar; la ninfa pasa por 4 instares en 14 a 17 días, requiriéndose alrededor de 30 días desde la cópula hasta la formación del nuevo adulto (Garza y Rivas, 2003). Cada hembra deposita entre 1 y 11 huevecillos por día (Becerra, 1989). Carter (1961) estableció que el psílido de la papa oviposita 300 huevecillos durante su ciclo vital.

Knowlton y Janes (1931) registraron un período de incubación de 3 a 15 días y la totalidad del desarrollo ninfal de 14 a 17 días. Después de la eclosión, la ninfa pasa por cinco estadios, requiriendo de 1 a 5, 1 a 4, 1 a 5 y de 3 a 9 días, respectivamente, sumando alrededor de 30 días desde la copulación hasta el adulto. List (1939) afirma que el insecto completa su ciclo biológico en aproximadamente 30 días, sin mencionar temperatura ni unidades calor requeridas por el insecto; la proporción sexual obtenida, fue de 1:1

Montero (1994) determinó su edad fisiológica en unidades calor (UC) obteniendo de huevecillos a adulto 139.5 UC calculados con un umbral de temperatura inferior de 15.5°C, requiriendo de 20 a 23 días aproximadamente, dándose la máxima emergencia de adultos a los 21 y 22 días.

Marín *et al.*, (2002) reportaron que el ciclo biológico requiere un promedio de 355.81 UC (huevecillo-adulto) con una temperatura mínima base de 7 °C; el primer instar requiere 71.72 UC, el segundo 53.68 UC, 47.58 UC para el tercero, 54.40 UC para el cuarto, 47.92 UC para el quinto y, finalmente, 80.51 UC para el adulto.



Hospederos

El psílido del tomate tiene un amplio rango de hospederos cultivados y silvestres. Ataca a las solanáceas, chile, tomate y papa, ya que son los cultivos más preferidos por la hembra para depositar sus huevecillos (Garzón, 2003). Existen tres importantes plantas hospederas nativas de *B. cockerelli*, tal como *Lycium carolinianum* Walt, var *quadrifidum*, *Physalis mollis* Nutt. y *Solanum triquetrum* (Janes, 1938).

Las plantas hospederas preferidas son las de ornato que se conocen como farol chino *Physalis francheti* y el cardo equino *Solanum carolienense*, cardo búfalo *Solanum rostratum*, la cereza silvestre *Physalis* sp. y viña matrimonial *Lycium* spp. (Wallis, 1951).

En Texas y Nuevo México, los psílicos invernan como adultos sobre la maleza sombra de noche (Howard y Marion, 1979). Vargas (2005), encontró 32 especies de malezas donde capturó adultos de *B. cockerelli* durante un año de muestreo en malezas aledañas al cultivo de la papa, las cuales fueron: *Gimnosperma glutinosu*, *Brickellia veronicaefolia*, *Sonchus oleraceus*, *Heliantus laciniatus*, *Partenium incanum*, *Siguiera dentata*, *Conyza bonariensis*, *Tithonia tubaeformis*, *Flourensia cernua*, *Hymenoxys odorata*, *Ageratina wrightii*, todas las anteriores de la familia Asteraceae; Además se encontró a *Forestiera angustifolia* (Oleaceae), *Asistida curvifolia* (Poaceae), *Stipa eminens* (Poaceae), *Triticum aestivum* (Poaceae), *Eruca sativa* (Brassicaceae), *Salvia lanceolata* (Lamiaceae), *Asphodelus fistulosus* (Liliaceae), *Reseda luteola* (Resedaceae), *Ipomoea purpurea* (Convolvulaceae), *Salsola tragus* (Chenopodiaceae) *Pronus cercocarpifolia* (Rosaceae), *Mentzelia multiflora* (Loasaceae), *Larrea tridentata* (Zygophyllaceae). De las malezas anteriores *Flourensia cernua*, *Partenium incanum*, *Pronus cercocarpifolia* y *Reseda luteola* resultaron positivas a fitoplasma.

Control

Control cultural. Algunos autores señalaron que en el cultivo de la papa en las etapas tempranas los daños son mas severos al cultivo, mientras que en los tardíos son menos dañinos (Avilés *et al.*, 2002). Las prácticas culturales empleadas en el manejo de los insectos vectores es la destrucción de fuentes de infestación, eliminando plantas hospederas que están en el margen del cultivo y lotes adyacentes destruyendo plantas viejas después de la cosecha. Las características del suelo, la riqueza del mineral y del fertilizante puede ayudar a reducir el efecto de la infestación (Eyer, 1937).

Control biológico. Este control ayuda a equilibrar el medio ambiente, ya que mantiene las poblaciones de las principales plagas reguladas por los parasitoides, depredadores y entomopatógenos. Los principales entomopatógenos a considerar para el control de *B.cockerelli* son el uso de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces fumosoroseus*. Se han encontrado parasitoides como *Tetrastichus triozae* (Hymenoptera: Eulophidae) principalmente ataca a ninfas de cuarto estadio de los psílidos en otoño. Así mismo la chinche ojona *Geocoris decoratus* (Hemiptera: Lygaeidae) y *Nabis ferus* (Hemiptera: Nabidae) depredan a los psílidos adultos y ninfas (Wallis, 1951).

El león de los áfidos *Chrysoperla carnea* es un depredador de las ninfas de *B. cockerelli* (Knowlton, 1931). Se ha observado que larvas y adultos de *Hippodamia convergens* han atacado adultos y ninfas de *B. cockerelli*. Rojas (2009) reportó a *Tamarixia triozae* (Hemiptera: Eulophidae) como un agente de control biológico dentro de un manejo integrado.

Control legal. Aun no existe una norma oficial para evitar la proliferación y dispersión de *B. cockerelli*, pero se ha considerado la Norma Oficial Mexicana (NOM-081- FITO-2001), referente al manejo y eliminación de focos de infestación de plagas, mediante el establecimiento o reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos debido a que los daños de esta plaga repercuten en forma directa sobre los rendimientos obtenidos por unidad de superficie y en la calidad fitosanitaria y comercial (SAGARPA, 2013).

Control químico. El pulgón saltador *B. cockerelli* aún tiene algunos hábitos desconocidos. Esto ha provocado que el control de las poblaciones no se realice con oportunidad y que a pesar de tener éxito en el control de las poblaciones, éste no se haya efectuado a tiempo, para evitar la transmisión del fitopatógeno. La experiencia ha mostrado que para la implementación de toda estrategia efectiva del manejo de la resistencia a plaguicidas se debe buscar minimizar la selección o el uso de un solo tipo o grupo químico de productos. En la práctica, la alternancia, secuencias o rotaciones de compuestos de diferente modo de acción proporciona un enfoque sustentable y efectivo del manejo de la resistencia. Entre estos están: Inhibidores de la acetilcolinesterasa (ACE): Carbamatos (1A) y Organofosforados (IB). Antagonistas de los canales de cloruro GABA: Endosulfan (2A). Moduladores de los canales de sodio: Piretroides rápidamente interfieren con esta acción, con lo que ocasionan hiperactividad y el bloqueo del nervio. Antagonistas de los receptores de la acetilcolina (AC): Neonicotinoides (4A). Antagonistas de los receptores acetilcolina nicotínicos: Spinosad. Activadores de los canales de cloro: Avermectinas. Mímicos de la hormona juvenil (HJ): Pyriproxyfen (7C). Inhibidores de la biosíntesis de quitina (tipo 1) Buprofezin. Inhibidores del transporte de electrones a nivel del complejo I mitocondrial: Piridabén, Fenpiroximato. Inhibidores de la síntesis de lípidos: Spiromesifen (IRAC, 2007).

Técnicas de monitoreo

La inspección cuidadosa semanal de la planta se debe hacer para detectar si hay huevecillos y ninfas de *B. cockerelli* que pueden ocurrir en las superficies superiores o más bajas de la hoja. Los métodos comunes para supervisar el psílido en cosechas al aire libre han incluido el uso de redes para detectar adultos, si se captura un individuo o más en 100 redadas es recomendable iniciar el tratamiento con plaguicidas (Davidson, 1992). Las trampas pegajosas amarillas colocadas en los márgenes del campo cerca de las plantas se pueden utilizar como indicador del movimiento del psílido. Si se observa psílicos en las trampas, examine el follaje de la planta. Si los adultos están presentes, un tratamiento puede ser autorizado (Wallis, 1946).

Cranshaw (1989), mencionó que los síntomas de la punta morada de la papa se detectan primeramente en los bordes del cultivo y posteriormente hacia el centro, por lo tanto, las capturas de los vectores se deben realizar en las orillas del cultivo.

Morfometria

La morfometria ha sido usada para estimar variaciones interpoblacionales en diversas especies (Martínez-Ibarra et al., 2006). Aun cuando las herramientas actuales para la identificación de especies se han desarrollado a tal punto de lograr caracterizar el genoma de distintas especies, la morfometria es una de las herramientas que ayudan a esclarecer las diferencias de diferentes poblaciones de la misma especie, además contribuir a diferenciar organismos de distintas especies (Roggero y Passerin ,2005; Radloff et al., 2005).

Algunos reportes han mencionado la posibilidad de la existencia de al menos dos biotipos de *Bactericera cockerelli* en varias zonas geográficas de los Estados Unidos de Norte América y de México, capturados en diversas plantas hospederas como jitomates y chile (Liu et al., 2006b; Liu et al. 2007), así como también de papa (Abdullah, 2008) y de berenjena (Yang y Liu, 2009).

En Norte América, de dicha especie se han identificado dos biotipos, el nativo y el invasor (Liu et al., 2006), el nativo inverna en México y Texas, migra en primavera y verano hacia el norte (Wallis, 1955). El invasor está asociado a las regiones occidentales de california y Baja california (México) (Liu et al., 2006). El invasor presenta elevados valores de CL_{50} , son menos susceptibles hacia algunos insecticidas que el biotipo nativo (Liu y Trumble, 2007)

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El presente trabajo fue realizado en el Laboratorio de Toxicología de insectos en el departamento de parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) , ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, situada exactamente en la Latitud Norte 25° 21' y Longitud Oeste 101° 01', a una elevación de 1781 msnm.

Colecta del material biológico

Se colectaron insectos adultos de *Bactericera cockerelli* mediante la utilización de red entomológica en diferentes variedades de cultivos de chile en Aguas calientes, colectando en viveros, cultivos a campo abierto e invernadero. Para la captura de los diferentes estadios ninfales se tomaron plantas infestadas colocándolas en macetas para mantener su viabilidad.

De igual forma se colectaron adultos y ninfas de *Bactericera cockerelli* en Huachichil, Coahuila, .Navidad y San Rafael Nuevo León .Todas éstas poblaciones se colectaron en cultivos de papa, contemplándose como una sola población ya que ambos sitios se encuentran en la misma región presentando condiciones climáticas muy similares.

Cría del material biológico

El material biológico colectado se trasladó al invernadero de Parasitología Agrícola localizado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, donde se liberaron en dos camas de siembra de 2.5 m X 1 m, una para cada población, cubiertas con una tela organza; cada cama contenía 50 plantas de chile variedad California wonder para la población de San Luis potosí, mientras para la población de Coahuila y Nuevo León se colocó sobre plantas de papa de la variedad Fianna. La cría de ésta especie se realizó bajo condiciones de invernadero a una temperatura constante de 26 ± 4 °C con una HR promedio de 70% y un fotoperiodo de 14:10 H luz: oscuridad en promedio.

Una vez teniendo la cantidad suficiente de material biológico para el establecimiento de las cohortes, se ingresaron macetas con plantas de chile de la variedad California wonder para ambas poblaciones, dejando a los individuos ovipositar durante un periodo de 24 horas. Pasado el tiempo se retiraron trasladándolas a un área climatizada bajo condiciones de laboratorio, colocándolas dentro de jaulas de madera de 1 m X 1 m cubiertas con tela organza para evitar la contaminación.

Toma de lecturas morfométricas

De las cohortes establecidas, con ayuda de una aguja se tomaron al azar 50 huevecillos de diferentes partes de la hoja (haz, borde y envés) con 48 horas de edad, esto para tomarles las medidas de largo y ancho, posteriormente 24 horas después de la eclosión se tomaron las medidas para N1, las lecturas de N2 a N5 se tomaron después de la mayor emergencia de cada estadio ninfal.

Usando una aguja entomológica se desprendieron 4 huevecillos adheridos a una hoja, colocándolos en un porta objetos, posteriormente fueron colocados en la platina del microscopio óptico (**LABOMED** con cámara digital Digi 2, 1500), dichas laminillas fueron observadas en el microscopio con un aumento de 4X, se tomaron sus respectivas fotografías, las cuales fueron transferidas a una computadora conectada al microscopio, empleando el software Digi Pro versión 4.0, se seleccionaron puntos de referencia para el ancho y largo, éste proceso se repitió hasta tomar 32 lecturas.

Cabe mencionar que no se tomo en cuenta las medidas del pedicelo ya que no se cortaban uniformemente al desprenderlas de las hojas, también no se tomo en cuenta la longitud de los adultos ya que ellos presentan dimorfismo sexual.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos tomados de los parámetros evaluados se sometieron a un diseño experimental completamente al azar con un error $\alpha=5\%$. Esto para determinar en cada estadio del ciclo de vida del insecto cual población tuvo mayores dimensiones en cuanto a largo y ancho.

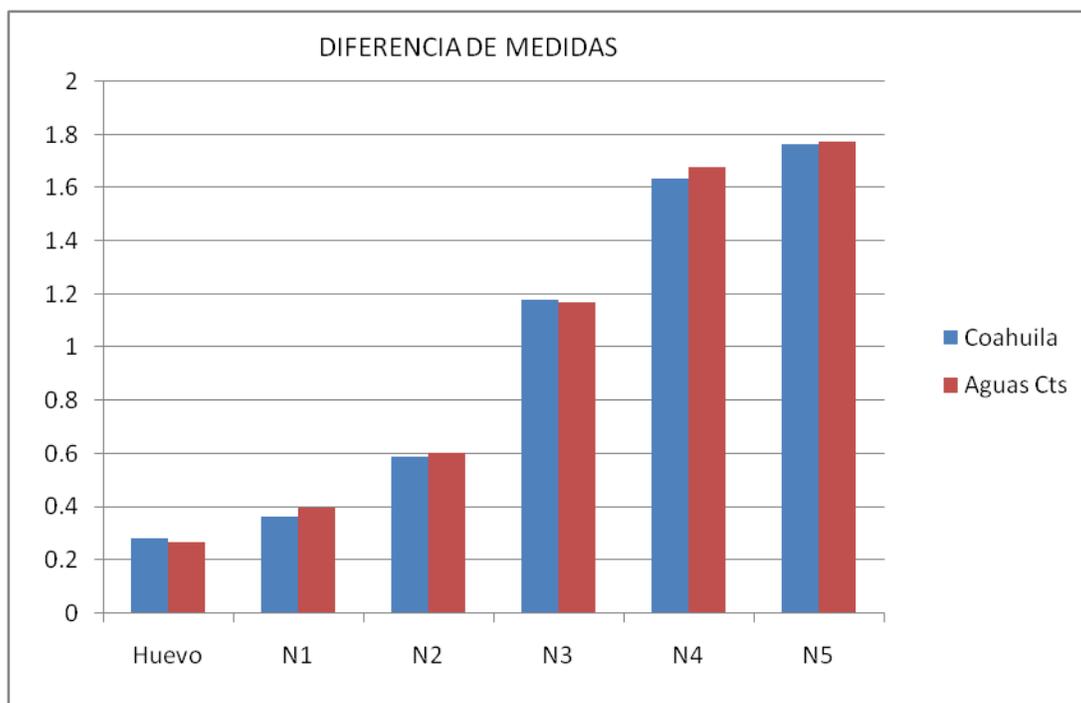
Cuadro 1. Resultados de la evaluación del diseño experimental para el largo del cuerpo del insecto.

Nota: medias con la misma letra no tienen diferencia significativa.

Medidas largo de <i>B.cockerelli</i> (mm± S.D)		
Estadio	Población	
	Coahuila	Aguascalientes
Huevo	0.3010 ± 0.2654 A	0.3008 ± 0.2374 B
N1	0.3990 ± 0.3289 B	0.4388 ± 0.3570 A
N2	0.6227 ± 0.5610 B	0.6381 ± 0.5749 A
N3	1.2071 ± 1.1566 A	1.1869 ± 1.1499 B
N4	1.6694 ± 1.6030 B	1.7050 ± 1.6499 A
N5	1.6813 ± 1.5911 B	1.6996 ± 1.6553 A

S.D: desviación estándar mm: milímetros

Figura 1. Grafica de evolución del largo del cuerpo durante el desarrollo.



En el cuadro 1 se observa que considerando como condición inicial las dimensiones del huevo, para éste estadio la población que presento mayores dimensiones fue la de Coahuila con una media de 0.283234 mm de longitud, mientras que la población de Aguascalientes solo presento 0.269141 mm. Para el instar de Ninfa 1 se invirtieron los resultados, siendo la población de Aguascalientes la que mayores dimensiones presentó.

En el instar Ninfa 2 la población de Aguascalientes fue la que tuvo mayores dimensiones, por lo que factores como bióticos y abióticos como el clima y la variación genética entre ambas poblaciones tienden a afectar en mayor a o menor grado las dimensiones morfológicas del individuo.

En el instar Ninfa 3 la población que presento mayor tamaño fue la de Coahuila, lo cual convierte esto en un hecho de relevancia debido a que la población de Aguascalientes en el estadio anterior ya tenía mayor grado de crecimiento y a pesar de ello la población de Coahuila fue la de mayores dimensiones en el estadio Ninfa 3.

Para el instar Ninfa 4 las observaciones regresaron a lo que se esperaba, debido a que en ésta ocasión la población de Aguascalientes fue de mayores dimensiones respecto a la de Coahuila, y por último para el instar Ninfa 5 se volvió a repetir que la población con mayores dimensiones fue la de Aguascalientes.

Puesto que solo se puede comparar ambas poblaciones en el mismo estadio del ciclo biológico del insecto, es imposible decir cual población es la que presento mayor tamaño en sus dimensiones en términos generales, pero considerando que de los 6 estadios en 4 de ellos la población de Aguascalientes fue la dominante, se establece que en el 66.6% de los casos la población de Aguascalientes fue la que presentó mayores dimensiones.

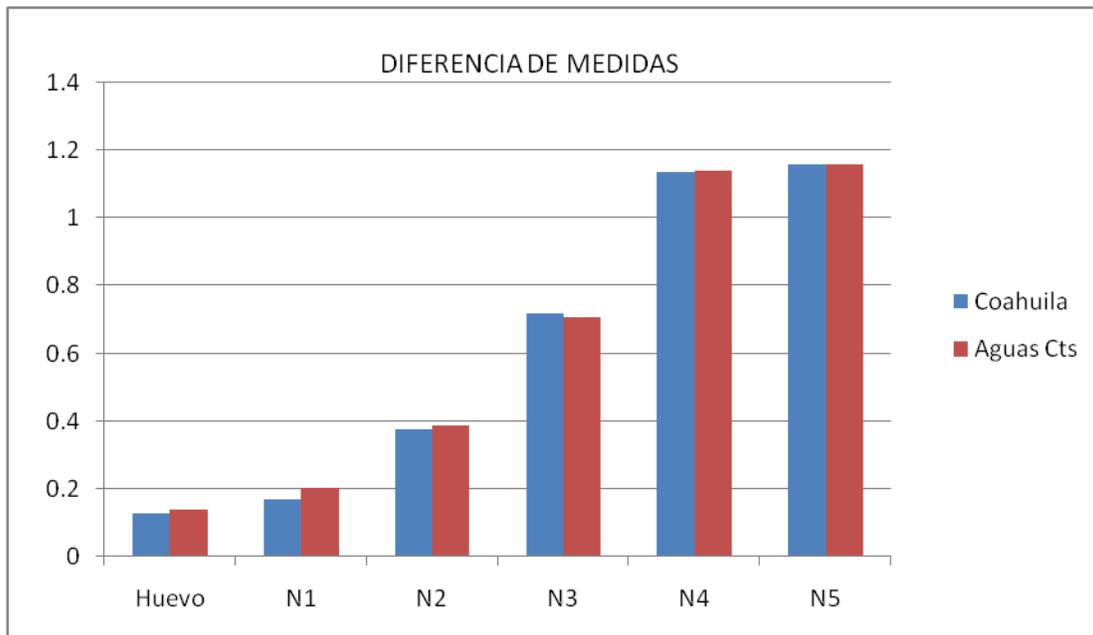
Cuadro 2. Resultados la evaluación del diseño experimental para el ancho del cuerpo del insecto.

Nota: medias con la misma letra no tienen diferencia significativa.

Medidas ancho de <i>B. cockerelli</i> (mm± S.D)		
Estadio	Población	
	Coahuila	Aguascalientes
Huevo	0.1417 ± 0.1135 A	0.2035 ± 0.073 A
N1	0.2037 ± 0.1380 B	0.2432 ± 0.1615 A
N2	0.4022 ± 0.3508 A	0.4105 ± 0.3644 A
N3	0.7592 ± 0.6764 A	0.7494 ± 0.6643 A
N4	1.1635 ± 1.1083 A	1.1717 ± 1.1082 A
N5	1.1903 ± 1.1283 A	1.1845 ± 1.131 A

S.D: desviación estándar mm: milímetros

Figura 2. Grafica de evolución del ancho del cuerpo durante el desarrollo..



En el cuadro 2 se observa que para el estadio de huevo no hubo diferencia significativa en cuanto a dimensiones en ambas poblaciones y se puede considerar que se inició la observación en un momento donde las circunstancias dieron medidas similares morfométricamente hablando, por lo que los resultados posteriores deben ser considerados altamente confiables. Una vez en el instar Ninfa1 comenzó a haber diferencia en las medidas de las poblaciones, mostrando la población de Aguascalientes una media de 0.202359 mm y 0.17089 mm para la población de Coahuila, siendo esta última la que menor longitud presentó.

A partir del instar Ninfa 2 hasta Ninfa 5 la tendencia fue que no hubo diferencias significativas entre ambas poblaciones, por lo cual se asume que únicamente varió en el instar Ninfal 1. Es posible establecer que solo hubo una variación en un 16.6% de los casos, lo cual representa una diferencia mínima respecto a la homogeneidad de las dimensiones del resto de los estadios.

La poca variación encontrada en huevecillos probablemente se deba a que se encontraban en las mismas condiciones ambientales ($25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$, 70% H.R.) por lo que no se presentó deshidratación de los huevecillos, sin embargo en N1 – N4, en donde sí se registró diferencia estadística a un estado en las mismas condiciones, podemos atribuírselas a la condición fenotípica de cada población, ya que (Frantz *et al.*, 2010) señala que, existe evidencia relacionada con el efecto que tienen las plantas hospederas sobre el desarrollo y morfología de insectos en diversos géneros y familias taxonómicas por mencionar a *Bemisia tabaci*, y pulgones, por su parte (Liu *et al.*, 2004) menciona específicamente al efecto de algunas solanáceas. Sin embargo también existen reportes que dentro de las solanáceas el ciclo biológico de *B. cockerelli* se modifica cuando se alimenta de plantas de Chile respecto a papa, tomate y berenjena (Liu *et al.*, 2006; Yang y Liu, 2009).

Cuadro 3. Media, diferencia y razón de crecimiento del largo durante el desarrollo de *B.cockerelli* procedente de Coahuila.

Instar	Media(mm)	diferencia entre estadios	Rn
Huevo	0.283234	0.080769	1.28516704
N1	0.364003	0.227872	1.62601682
N2	0.591875	0.227872	1.9968321
N3	1.181875	0.59	1.38445267
N4	1.63625	0.454375	1.07906799
N5	1.765625	0.129375	

Rn: razón de crecimiento.

Cuadro 4. Media, diferencia y razón de crecimiento del ancho durante el desarrollo de *B.cockerelli* procedente de Coahuila.

Instar	Media(mm)	diferencia entre estadios	Rn
Huevo	0.12766	0.04323	1.33863387
N1	0.17089	0.205673	2.20354029
N2	0.376563	0.205673	1.90622286
N3	0.717813	0.34125	1.58249851
N4	1.135938	0.418125	1.02063229
N5	1.159375	0.023437	

Rn: razón de crecimiento.

Figura 3. Razón de crecimiento de la variable largo durante el desarrollo de *B.cockerelli* procedente de Coahuila.

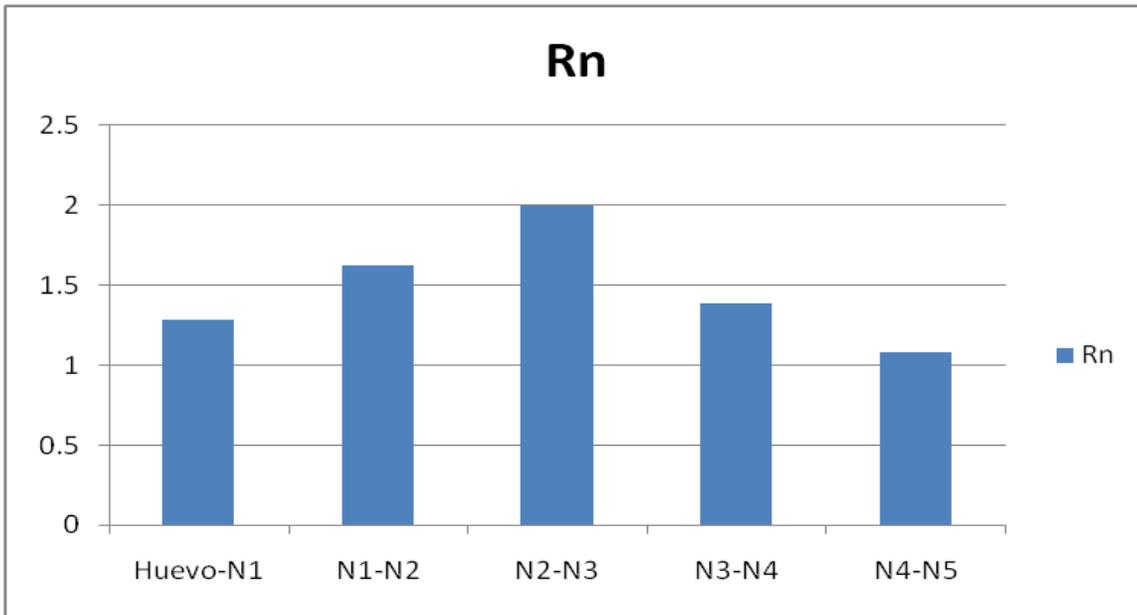
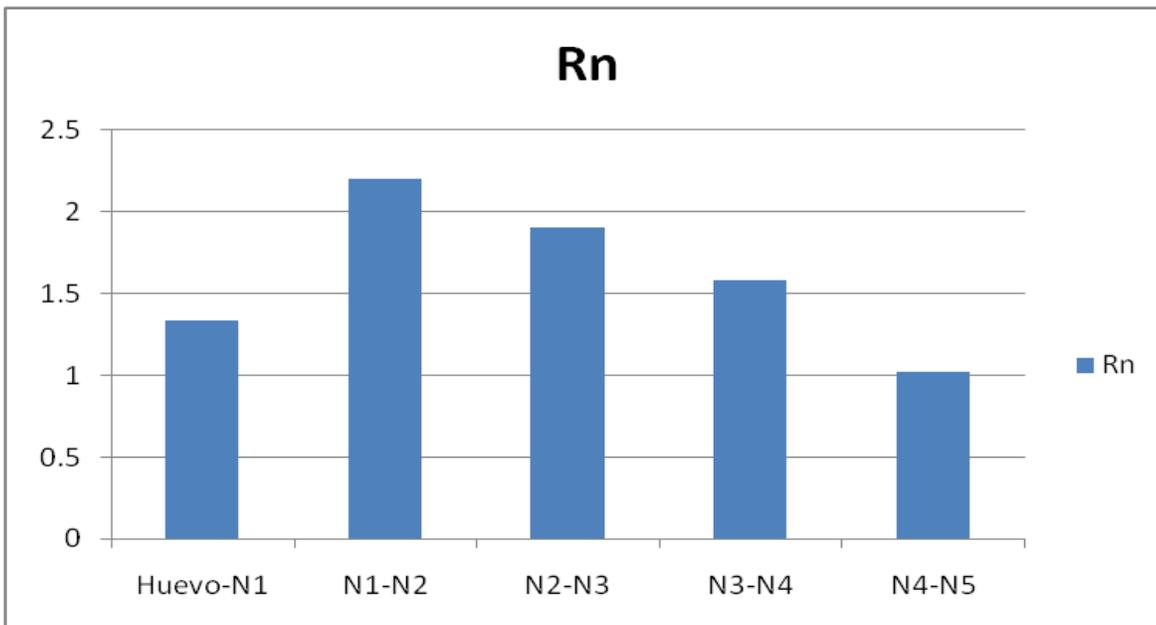


Figura 4. Razón de crecimiento de la variable ancho durante el desarrollo de *B.cockerelli* procedente de Coahuila.



Cuadro 5. Media, diferencia y razón de crecimiento del largo durante el desarrollo de *B.cockerelli* procedente de Aguascalientes.

Instar	Media(mm)	diferencia entre estadios	Rn
Huevo	0.269141	0.128812	1.47860415
N1	0.397953	0.20861	1.52420763
N2	0.606563	0.20861	1.92632587
N3	1.168438	0.561875	1.43567737
N4	1.6775	0.509062	1.05737705
N5	1.77375	0.09625	

Rn: razón de crecimiento.

Cuadro 6. Media, diferencia y razón de crecimiento del ancho durante el desarrollo de *B.cockerelli* procedente de Aguascalientes.

Instar	Media(mm)	diferencia entre estadios	Rn
Huevo	0.13828	0.064079	1.46340035
N1	0.202359	0.185141	1.91491359
N2	0.3875	0.185141	1.82419355
N3	0.706875	0.319375	1.6127321
N4	1.14	0.433125	1.01562544
N5	1.157813	0.017813	

Rn: razón de crecimiento.

Figura 5. Razón de crecimiento de la variable largo durante el desarrollo de *B.cockerelli* procedente de Aguascalientes.

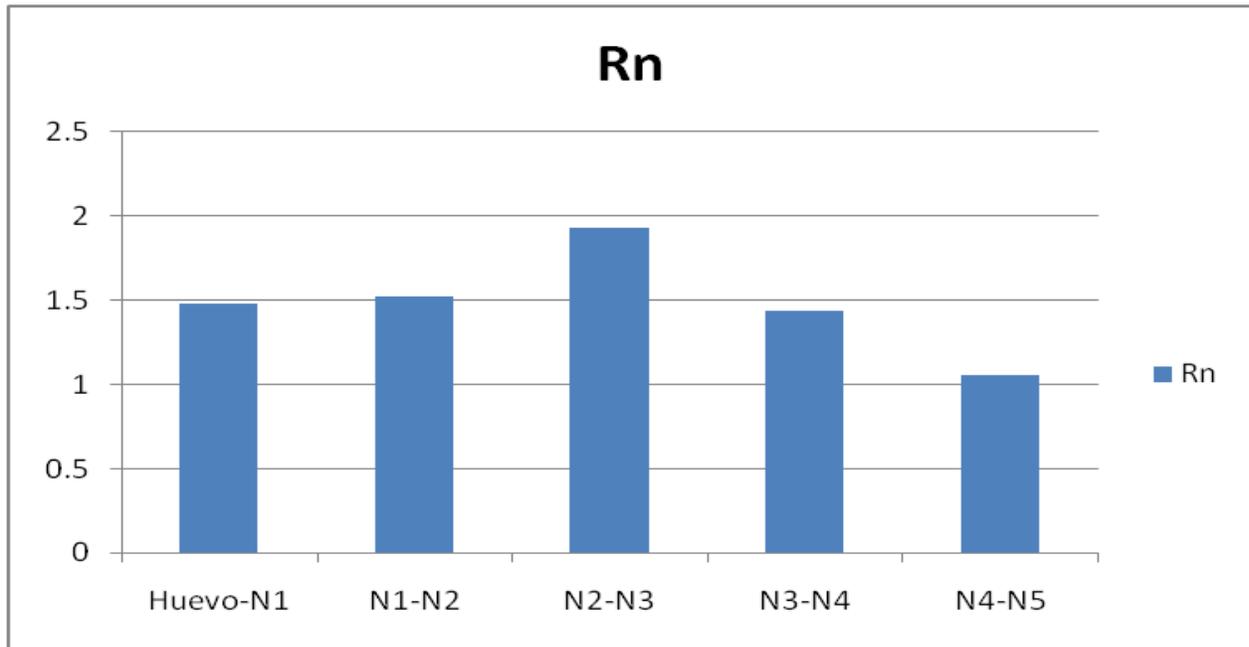
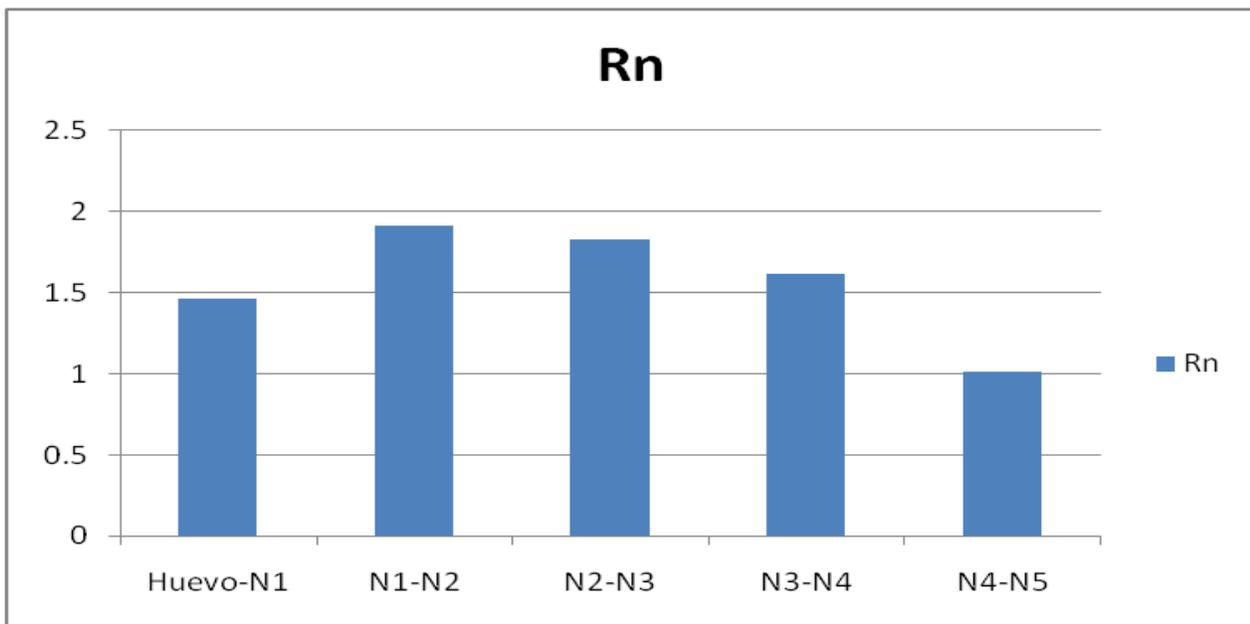


Figura 6. Razón de crecimiento de la variable ancho durante el desarrollo de *B.cockerelli* procedente de Aguascalientes.



Se hizo la prueba de **Pearson** para determinar el coeficiente de correlación y con ello saber si están relacionadas las variables largo y ancho en los individuos estudiados.

Nota: El eje **X** representa la variable largo y el eje **Y** la variable ancho.

Los siguientes fueron los resultados de la prueba para la población de Coahuila.

Figura 7. Grafica de correlación de largo y ancho de huevo.

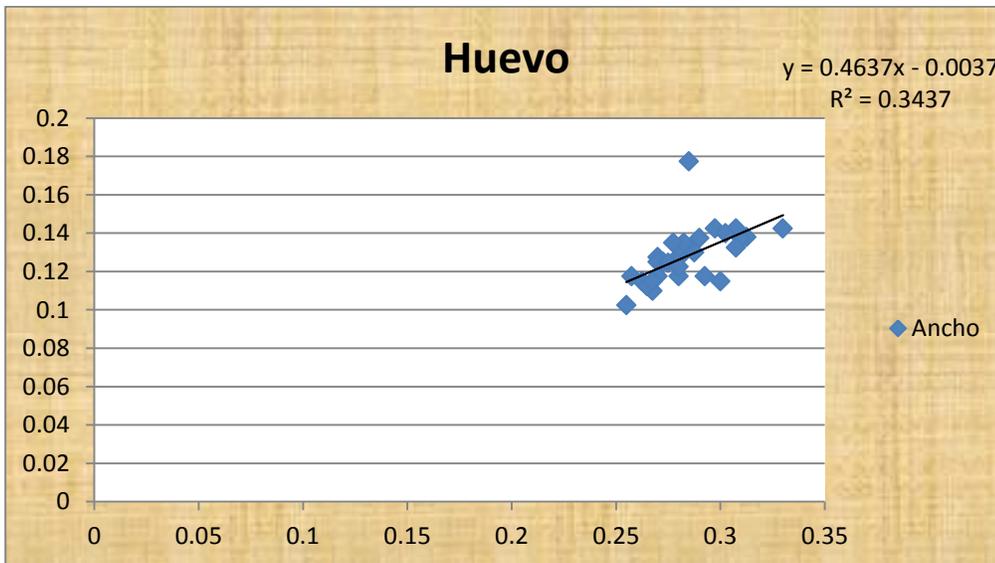


Figura 8. Grafica de correlación de largo y ancho de Ninfa 1.

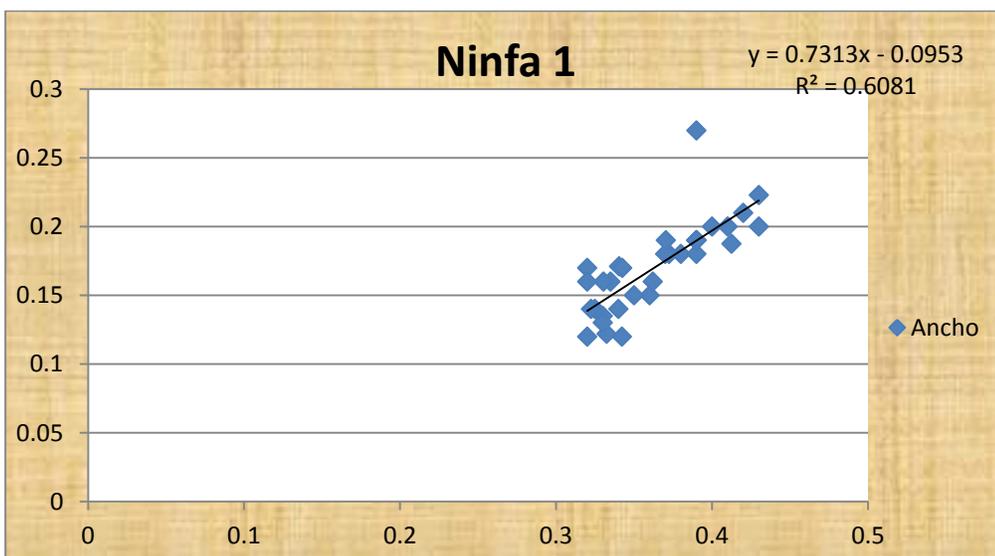


Figura 9. Grafica de correlación de largo y ancho de Ninfa 2

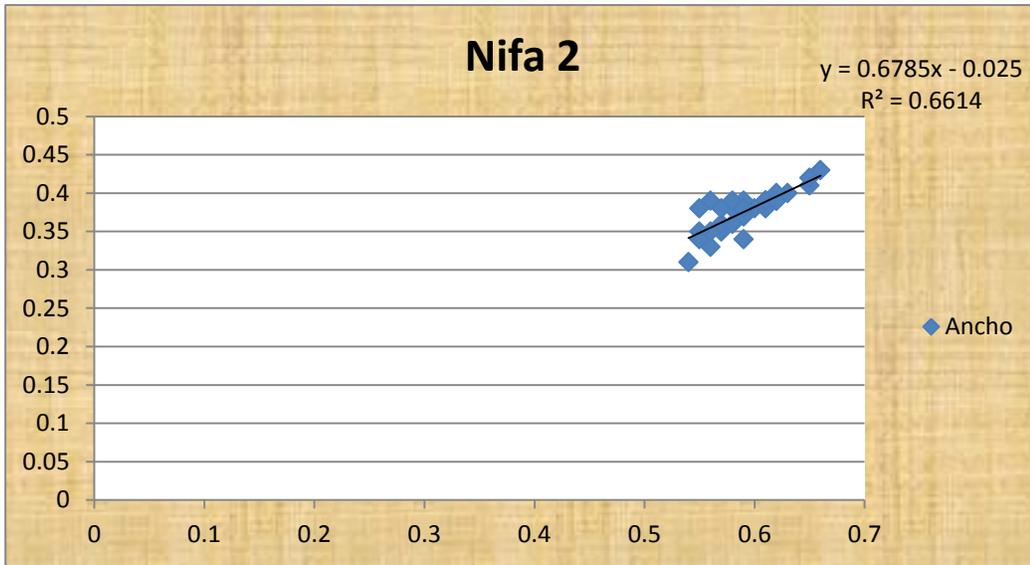


Figura 10. Grafica de correlación de largo y ancho de Ninfa 3

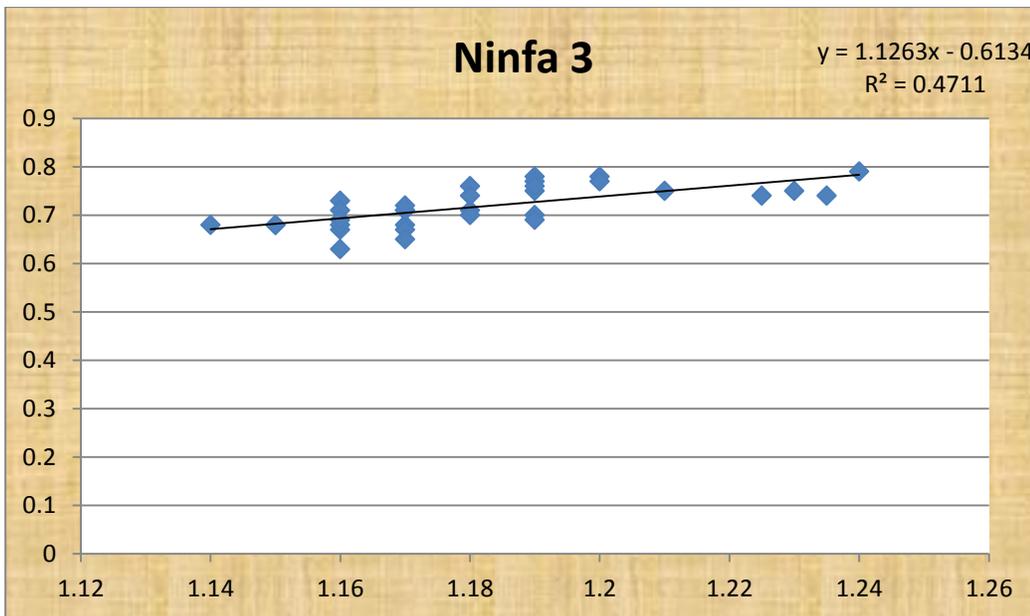


Figura 11. Grafica de correlación de largo y ancho de Ninfa 4

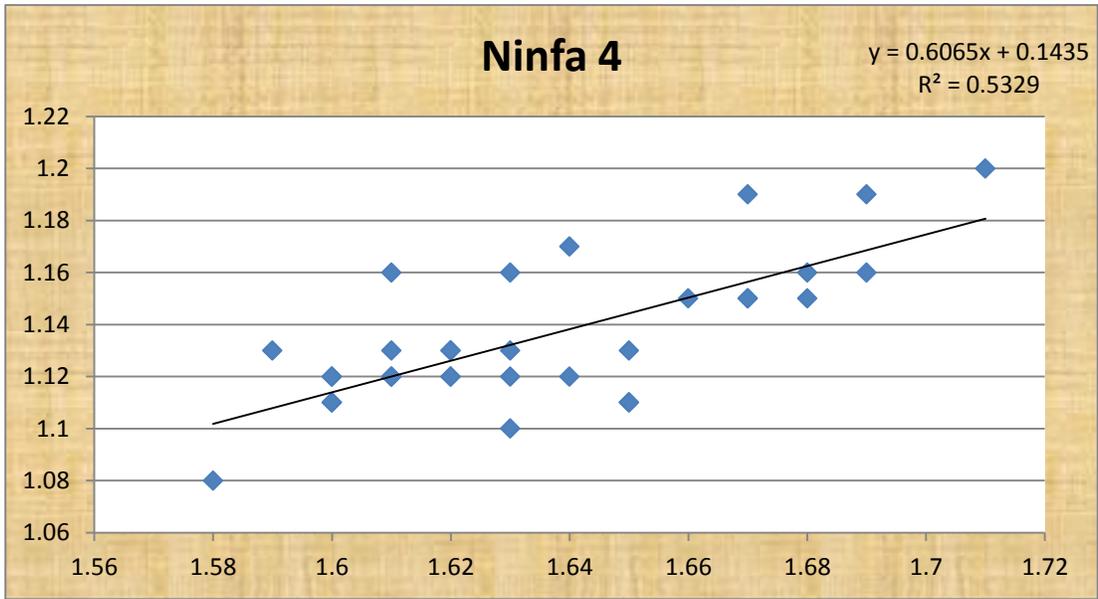
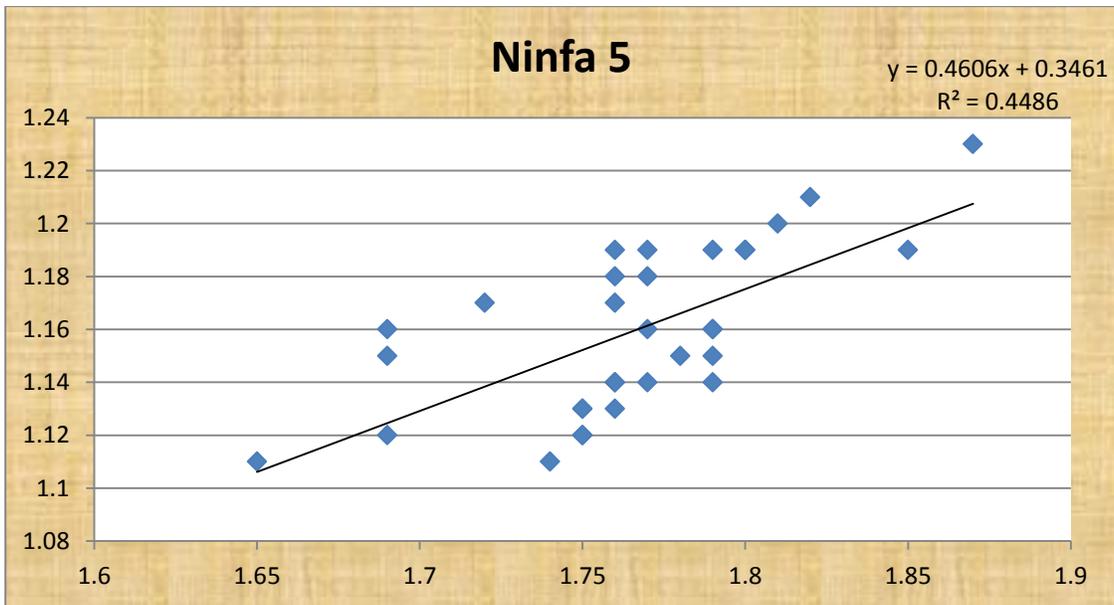


Figura 12. Grafica de correlación de largo y ancho de Ninfa 5.



Como se puede apreciar en todas las figuras anteriores, en ninguno de los estadios el coeficiente de correlación (R^2) no alcanzo a ser mayor o igual a 0.8, por lo que es posible asumir que las variables largo y ancho de los individuos no son variables concomitantes, es decir que no dependen una de la otra..

Los resultados de la prueba de correlación para la población de Aguascalientes fueron los siguientes.

Figura 13. Grafica de correlación de largo y ancho de huevo.

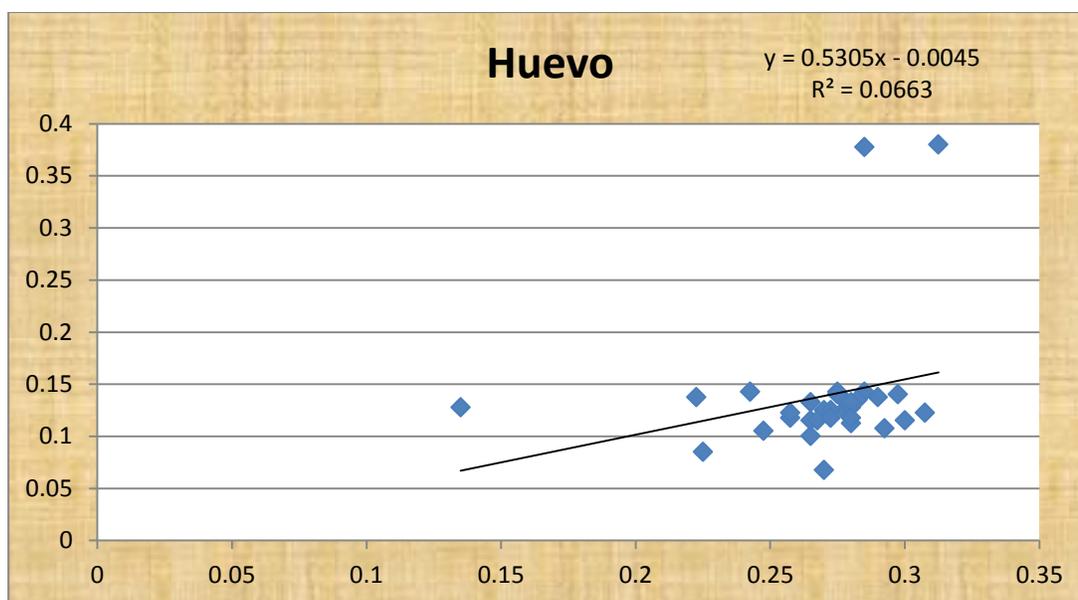


Figura 14. Grafica de correlación de largo y ancho de Ninfa 1.

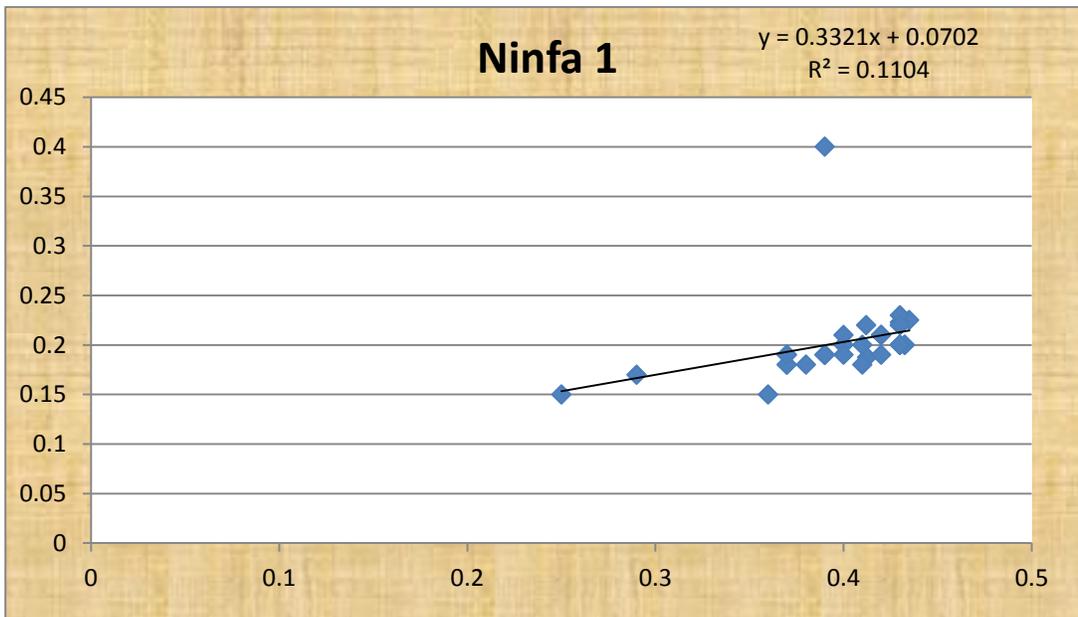


Figura 15. Grafica de correlación de largo y ancho de Ninfa 2.

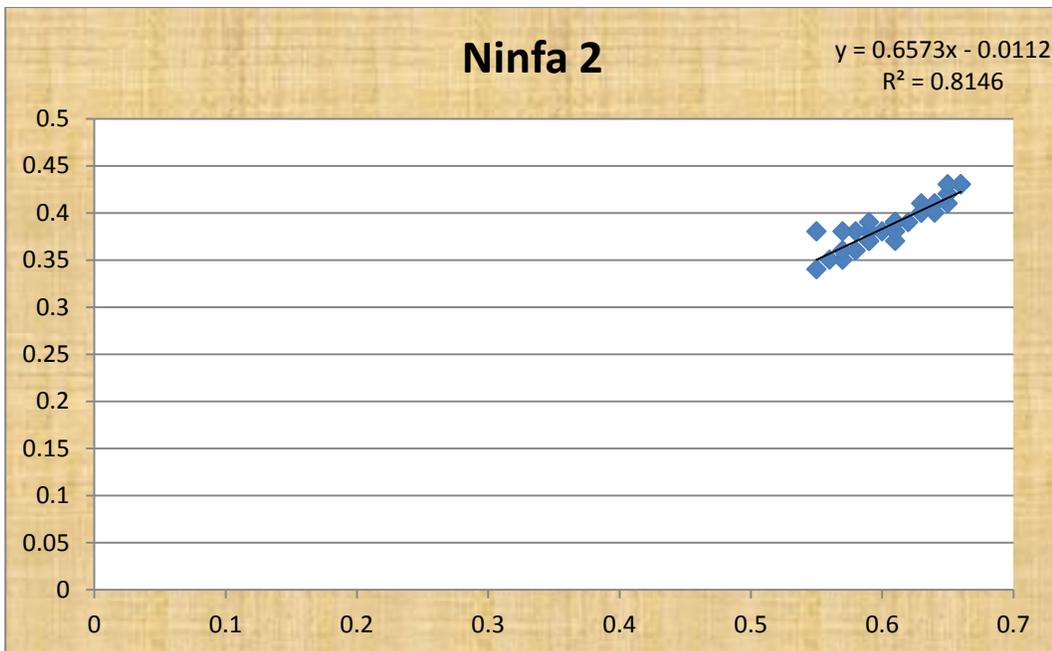


Figura 16. Grafica de correlación de largo y ancho de Ninfa 3.

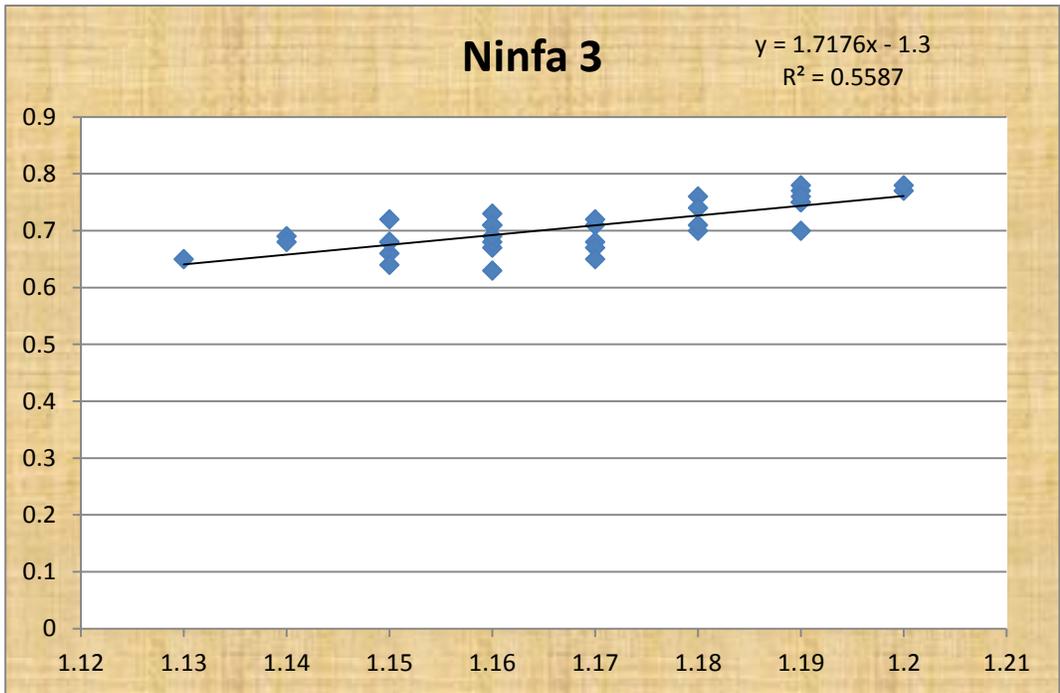


Figura 17. Grafica de correlación de largo y ancho de Ninfa 4.

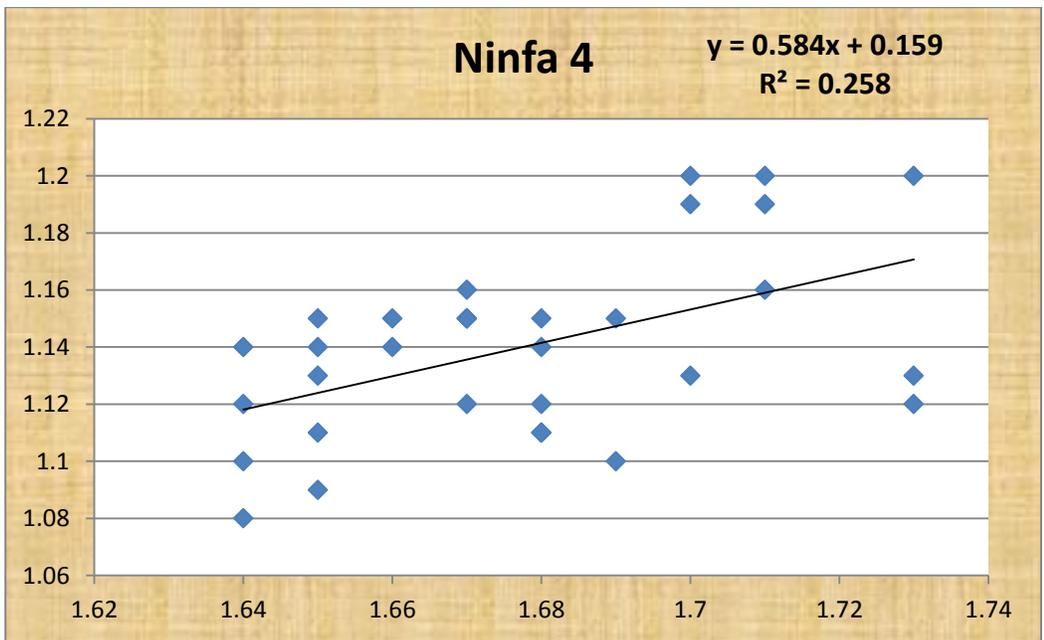
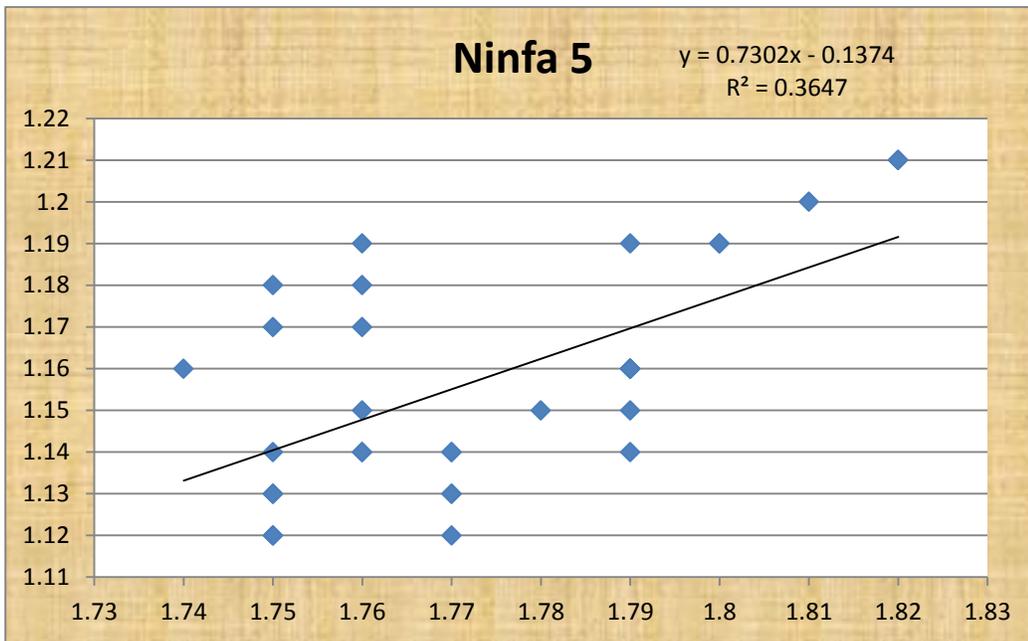


Figura 18. Grafica de correlación de largo y ancho de Ninfa 5.



Observando las graficas anteriores es posible aseverar que en la población de Aguascalientes tampoco existe correlación alguna entre el largo y ancho de los diferentes instares.

CONCLUSIONES

De acuerdo al estudio realizado y al análisis estadístico de los datos se concluye lo siguiente:

- En ambas poblaciones las variables largo y ancho no dependen una de la otra, por lo que ambas son variables independientes.
- Respecto al largo de las dimensiones, considerando que de los 6 estadios en 4 de ellos la población de Aguascalientes fue la dominante se establece que en el 66.6% de los casos la población de Aguascalientes fue la que presentó mayores dimensiones.
- Respecto al ancho de las dimensiones no hubo diferencias significativas entre ambas poblaciones presentado solo variación en un 16.6% de los casos representado por el instar Ninfal 1.
- En ambas poblaciones coincidió en que la mayor razón de crecimiento respecto al largo se dio entre los instares N2-N3.
- La mayor razón de crecimiento en cuanto al ancho se presentó en ambas poblaciones entre los instares N1-N2.

LITERATURA CITADA

- Abad, J. A.; Bandia, M.; French-Monar, R.D.; Liefing, L. W.; Clover, G. R. G. 2009. First report of the detection of "*Candidatus Liberibacter*" species in zebra chip disease-infected potato plants in the United States. *Plant Disease* 93 (1): 108.
- Abdullah, N. M. 2008. Life history of the Potato Psyllid *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae) in Controlled Environment agriculture in Arizona. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 3 (1), pp. 060-067.
- Agrios, G. N. 2005. *Plant Pathology*. fifth edition. Ed Elsevier Academia Press. San Diego Calif. USA 992 pp.
- 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.
- Almeyda, L., I. H., Sánchez S., J. A., Garzón T., J. A., 2004. Detección molecular de fitoplasmas en papa. *Memorias de simposio punta morada de la papa*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. Pp: 4-24.
- Almeyda, L., I. H., Sánchez S., J. A., Rubio C., O y Rocha P. M. A. 2002 b Detección molecular de fitoplasmas en insectos y maleza asociados al cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Memorias del XXIX Congreso internacional de la Sociedad Mexicana de fitopatología* Monterrey, Nuevo León, México. Resumen: F- 141.
- Anderson, J. 2008. Observations on the effect of the potato/tomato psyllid on potato breeding trials at Pukekohe and comments on the possible consequences for the New Zealand potato industry. *Crop & Food Research Confidential Report No. 2146*, Crop & Food Research, Lincoln, New Zealand. P 7.

- Avilés G.M.C.; Garzón T.J.A., Marín J.A. y Caro M.P.H 2002. El Psílido del tomate *Paratrioza cockerelli* (Sulc): biología, ecología y su control. Memorias del taller sobre *Paratrioza cockerelli* (Sulc): Como plaga y vector de fitoplasma en hortalizas. Culiacán, Sinaloa, México. Pp 21-35.
- Bayer. 2008. <http://www.bayercropscience.com.pe/web/index.aspx?articulo=515>.
- Becerra, F. A. 1989. Biología de *Paratrioza cockerelli* y su relación con la enfermedad “permanente del jitomate” en el Bajío. Tesis Químico Agrícola. Universidad Autónoma de Querétaro.
- 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. 32
- Bernal R. C. R. 2011. Manejo integrado de *Bactericera cockerelli*(sulc).Curso de plagas y enfermedades en hortalizas. Fundación produce de Sinaloa. P.68.
- Burckhardt, D. And P. Lauterer. 1997. A taxonomic reassessment of the trioqid genus B. (Hemiptera: *Psyllidae*). *Journal of Natural History*. U. K. 31 (1): 99-153 pp.
- Burckhardt, D. And P. Lauterer. 1997. A taxonomic reassessment of the trioqid genus B. (Hemiptera: *Psyllidae*). *Journal of Natural History*. U. K. 31 (1): 99-153 pp.
- Burr, T.; Barnard, M.; Corbett, M.; Pemerton, C.; Simpson, N.; Salmond, G. 2006. Identification of the central quorum sensing regulator of virulence in the enteric phytopathogen, *Erwinia carotovora* the VirR repressor. *Molecular Microbiology* 59: 113–125.
- Cadena, H., M. y J. Galindo. A. 1985. Reducción de la incidencia de la punta morada de la papa por medio de fechas de siembras, genotipo de la planta y aplicaciones de insecticidas, *Revista Mexicana de Fitopatología*, 3: 100-1004
- Cadena-Hinojosa, M.A. 1993. La punta morada de la papa en México: I incidencia y búsqueda de Resistencia *Agrociencia* 4(2): 247-256 Colegio de Postgraduados. 2005. Cultivos. Papa *Solanum tuberosum* *Entomología Agrícola*. Instituto de Fitosanidad.

- Calderón, V. A. 1978. Enfermedades de la papa y su control. Ed. Hemisferio sur. Argentina.
- Centro Internacional de la Papa (CIP). 1985. Principales enfermedades, insectos, nematodos y ácaros de la papa. Lima, Perú. 3-36p.
- Crawford, D. L. 1911. American Psyllidae III. (Triozinae). Pom. J. Entomol. 3: 422-453.
- Davidson, R. H. 1992. Plagas de insectos agrícolas y de jardín. Ed. Limusa. México. p. 350.
- Davis, A. C. 1931. Observations on the life history of *P. cockerelli* (Sulc) in Southern California. *J. Econ. Entomology* 30:891-898.
- Delgadillo, S. F. 1999. Alteraciones histológicas causadas por fitoplasmas asociados al “permanente del jitomate” en Guanajuato. XXVI Congreso Nacional de Fitopatología. 320 p.
- 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
- Eyer, J. R. 1937. Physiology of the yellows of psyllid of potatoes. *J. Econ. Entomol.* 30: 891–898.
- Feng-Gao, J. J.; Xiangbing, Y. and Tong-XianLiu. 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. *InsectScience*16: 399–408
- Flores, O. A.; Alemán, N. I. A.; y Notario, Z. M. I. 2004a. Alternativas para el manejo de la punta morada de la papa. *In: Flores, O. A.; Gallegos, M., G. y García, M., O. (eds.). Memorias de Simposio Punta Morada de la Papa* p.40-63.
- Garza, E., U. y A. Rivas M. 2003. Manejo Integrado de las Plagas del Chile y Jitomate en la Zona Media de San Luis Potosí.
- Garzón, J. A. 1984. “Enfermedad del “permanente” del jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Celaya, Gto.”, *XI Congreso Nacional de Fitopatología*. San Luis Potosí. Resúmenes Sociedad Mexicana de Fitopatología, A. C. Pág. 138.

- Garzón, J. A. 2003. "El 'pulgón saltador' o la *Paratrioza*, una amenaza para la horticultura de Sinaloa", *Taller sobre Paratrioza cockerelli* Sulc. Como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Memoria. 9-12 pp.
- 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.
- Hansen, A. K.; Trumble, J. T.; Stouthamer, T. and Paine, T. D. 2008. A new huanglongbing species, "*Candidatus Liberibacter psyllauros*", found to infect tomato and potato, is vectored by the psyllid *Bactericera cockerelli* Sulc. *Appl. Environ. Microbiol.* 74(18):5862-5865.
- Howard, D. R. and Marion, P. L. 1979. *Insect. Pest of farm, garden and orchard.* 6th Edition. Pp 302-303.
- Inés, J. J 2007. Crecimiento y producción de papa infestada con *Bactericera cockerelli* Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) 2013 SAGARPA <http://www.Siap.sagarpa.gob.mx/> .
- IRAC, E. 2007. Manejo de insecticidas en mosca blanca y paratrioza en México.
- Ito, S., Ushijima, Y., Fujii, T., Tanaka, S., Camella, M., Yoshiwara, S., Kishi, F. 1998. Detection of viable cells of *Ralstonia solanacearum* in Soil using a semi selective Medium and PCR technique. *Journal of Phytopathology* 146:379-384
- Janes, M. J. 1938. Observations on the potato psyllid in Southwes Texas. *J. Econ. Ent.* 32 No. 3. P. 468.
- Jensen, A.; Hamm, P.; Thomas, P. E.; Crosslin, J.; Munyaneza, J. E.; Schreiber, A. and Pike, K. 2004. Purple top and leafhoppers: an update. *Potato progress.* IV: 1-3.
- Knowlton, G. F. & Janes, M. J. 1931. Studies on the biology of *Paratrioza cockerelli* (Sulc). *Ann. Entomol. Of America Soc.* 24:283-291. Lorus, M. and M. Marguery. 1980. Field guide to North American insects and spiders. Nacional Audubon Society. Alfred A. Knopf, New Cork. p. 499.

- Korschinerk, I. *et al.* 1991. *J. Virology. Methods.* 31:139-146.
- Lee, I. M.; Bottner, K. D.; Munyaneza, J.E.; Sector, G.A. and GUDmestad, N. C. 2004. Clover proliferation group (16SrVI) subgroup A (16Sr VI-A) phytoplasma is a probable causal agent of potato purple top disease in Washington and Oregon. *Plant Disease* 88:429.
- 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.; 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*'.
- List, G.M. 1939. The effect of the temperature upon egg the position, egg hatch and nymphal development of *Paratrioza cockerelli* (Sucl). *Jour. Econ. Ent.* 32: 30-36.
- Liu, D. G. and Trumble, J. T. 2007. Comparative fitness of invasive and native populations of the potato psyllid (*Bactericera cockerelli*). *Entomologia Experimentalis et Applicata*.
- Liu, D.; Trumble, J. T. and Southamer, R. 2006. Genetic differentiation between Eastern populations and recent introductions of potato psyllid (*Bactericera cockerelli*) into western North America. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 118 (3): 117-183.
- Maiti, R. K., and Singh, V. P. 2002. *Advances in potato science*. The Gaurav society of agricultural research information Centre Hisar, India. p 2.

- 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
- Marín, J. A. 2004. Biología, ecología e identificación de insectos vectores en el cultivo de papa. Memorias de la XXI Semana Internacional del Parasitólogo; Simposium Punta Morada de la Papa, Saltillo, Coahuila, México. pp 84-96.
- Marín, J. A. Garzón, A. Becerra, C. Mejía, R. Bujanos, y K.F. K Byerly 2002. Ciclo biológico y morfología del salerillo *Paratrioza cockerelli* (Sulc) (Homóptera: Psyllidae), como vector de la enfermedad “permanente del jitomate” en el Bajío. En Memoria del taller sobre *Paratrioza cockerelli* (Sulc) como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Culiacán, Sinaloa, México. pp. 37-45.
- Marín, J. A., J. A. Garzón, A Becerra, C. Mejía, R. Bujanos, y K. F. Byerly. 2002. Ciclo biológico y morfología del salerillo *Paratioza cockerelli* (sulc) (Homoptera: Psyllidae), como vector de la enfermedad” permanente de jitomate” en el bajo. *In: Memoria del taller sobre Paratioza cockerelli* (sulc.) como plaga y vector de fitoplasmas en hortalizas. Culiacan, Sinaloa mexico. Pp: 37-45.
- Martinez-Ibarra J. A., Barcenas-Ortega N. M Romero N. J., Noguera-Torres B., Rodriguez-Lopez M. H., 2006. Diferencias métricas entre poblaciones de *Meccus longipennis* (Usinger)(Hemiptera : Reduviidae) en el occidente de México., *Entomología Mexicana* 45(2): 83-90.
- Metcalf, R. L. 1982. Insect Resistance to Insecticides. *Pestic. Sci.* 26:333-358.
- Miles, P.W. (1999) Aphid saliva. *Biological Reviews*, 74: 41-85.
- Millar, G., L., D.R. Millar, and R. W. Carson.2000. PsylloideaWed page.
- Montero R. L., 1994. Ciclo de vida y factores de mortalidad de psyllido del tomate *Paratrioza cockerelli* (Sulc)(Homoptera: Psyllidae). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Tesis de licenciatura.

- Munyanza, 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 Mexico. *J. Econ. Entomol.* 100:656-663.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-040-FITO-2002, Requisitos y especificaciones para la producción y movilización nacional de papa comercial. www.senasica.gob.com.mx Normalización.
- Pitman, A. R.; Drayton, G. M.; Krabberger, S. J.; Genet, R. A. and Scott, I. A. W. 2011. Tuber transmission of “*Candidatus Liberibacter solanacearum*” and its association with zebra chip on potato in New Zealand. *European journal of plant pathology*. Dordrecht : Springer Netherlands. Mar., v. 129, no. 3: 389-398 p.
- Pletsch, D. J. 1947. The potato psyllid *Paratrioza cockerelli* (sulc), its biology and control. *Montana Agric. Expt. Stn. Bull.* 446:95pp
- Radloff, S. E., H. R. Hepburn, C. Hepburn, S. Fuchs, G. W. Otis, M. M. Sein, H. L. Aung, H. T. Pham, D. Q. Tam, A. M. Nuru, and T. Ken. 2005. Multivariate morphometric analysis of *Apis cerana* of southern mainland Asia. *Apidologie.* 36: 127-139.
- Raman, K. V. 1985. Trasmisión de virus de papa por áfidos. *Boletín de Información Técnica* 2. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. (Tercera edición, revisada). 11p.
- Ramírez, M. M. Ramos, E. C. J. 1978. Populations of leafhoppers (Homoptera- Cicadellidae) on 12 varieties of potato in Chicago, México, and their possible relation to “purple-top wilt” disease. *Agrociencia.* 34: 79-90.
- Richards, B., L. 1927. A new and destructive disease of the potato in Utah and its relation to the potato psyllid. *Proc. Potato Assoc. Amer.* 14:94.
- Richards, B.L. 1928. A new and destructive disease of the potato in Utah and its relation to the potato psyllid. *Proc, Potato assoc. Amer.* 14:94.
- Rocha, R. R. 1985. Guía para cultivar papa en el bajío SARH. INJA. CIAB, CAEB. Celaya, Guanajuato, México. 14p.

- Roggero, A. and P. Passerin DE. 2005. Geometric morphometric analysis of wing variation between two populations of the *Scythris obscurella* species-group geographic or interspecific (Lepidoptera: Scythrididae). *Revista de Lepidopterología*. 33 (130): 102-112.
- 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.
- SAGARPA. 2013. Secretaria de Agricultura, Ganadería, desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- Salas, M. M. A.; Flores O. A.; Sánchez A. A.; García, M. O.; Almeyda, L. I. H. y Garzón, T. J. A. 2006 Eficiencia de insectos vectores en la transmisión de fitoplasmas de la punta morada de la papa. *In: Memorias de XXII Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa*. Toluca, Estado de México. p. 0-1
- Salazar, L.F. 1996. Los virus de la papa y su control. Centro Internacional de la papa (CIP), Lima Peru. 226p
- Segonda, V. G.; Munyaneza, J. E.; Crosslin J. M.; Buchman, J. L. and Rappu, H. R. 2010. Phenotypic and Etiological differences between psillydylows and zebra chip disease of potato. *American Journal of Potato Research*. 87: 41-49.
- Theodoracopoulos M.; Salvador A.; Avila H. 2008. Manual de Producción de papa. Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores. Honduras. Pp. 19-26.
- Triplehorn, C., H. and N. F. Johnson 2005. Borror and DeLong's introduction to the study of insects. Seventh edition. Thomson books/cole. pp. 268-332.
- Vargas, C. I. I. 2005. Especies y fluctuaciones poblacionales de cicadelidos y psílicos positivos a fitoplasma en el cultivo de papa y maleza aledaña en Arteaga Coahuila. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo Coahuila. 89 p.

- Wallis, R. 1955. Ecological studies on the potato psyllid as a pest of potatoes. USDA Technical Bulletin No. 1107: 25pp.
- Wallis, L. R. 1951. El psílido de la papa. Los insectos y las legumbres. p: 568-591.
- Wallis, R. L. 1946. Seasonal occurrence of psyllid of the potato in the valley of platte of the north. J ECON. Entomol. 39:689-694. Cranshaw, W. S. 1989. The potato-tomato psyllid as a vegetable insect pest. Proc. 18 th Ann. Crio Prot. Inst. Colorado State University p. 69-76.
- Yang, Xiang-Bing and Liu Tong-Xiang. 2009. Life history and life tables of *Bactericera cockerelli* (Hemiptera: Psyllidae) on Eggplant an bell Pepper , Enviromental Entomology. 38 (6): 1661-1667.

APÉNDICE

Cuadro A1. Lecturas morfométricas del largo de huevo e instares ninfales de *B. cockerelli* de Coahuila.

	HUEVO	N1	N2	N3	N4	N5
1	0.138	0.1875	0.33	0.7	1.12	1.11
2	0.11	0.16	0.41	0.69	1.17	1.19
3	0.115	0.122	0.38	0.75	1.13	1.15
4	0.1375	0.223	0.39	0.79	1.16	1.23
5	0.1425	0.12	0.38	0.76	1.16	1.13
6	0.125	0.135	0.43	0.71	1.19	1.2
7	0.1125	0.18	0.38	0.75	1.12	1.19
8	0.1325	0.14	0.38	0.68	1.12	1.21
9	0.125	0.15	0.37	0.78	1.11	1.19
10	0.1425	0.2	0.39	0.67	1.16	1.12
11	0.1125	0.18	0.4	0.74	1.15	1.15
12	0.1775	0.19	0.34	0.71	1.13	1.19
13	0.1025	0.2	0.35	0.73	1.12	1.19
14	0.115	0.19	0.35	0.68	1.11	1.16
15	0.1375	0.21	0.36	0.74	1.2	1.13
16	0.1325	0.13	0.36	0.71	1.12	1.13
17	0.1175	0.27	0.39	0.67	1.15	1.16
18	0.1275	0.2	0.31	0.75	1.16	1.11
19	0.1275	0.14	0.38	0.77	1.19	1.17
20	0.13	0.16	0.42	0.68	1.13	1.14
21	0.125	0.18	0.39	0.63	1.13	1.19
22	0.1175	0.15	0.39	0.78	1.13	1.12
23	0.1325	0.18	0.37	0.7	1.08	1.14
24	0.135	0.14	0.39	0.71	1.12	1.16
25	0.1245	0.17	0.38	0.72	1.11	1.15
26	0.1425	0.12	0.35	0.68	1.1	1.16
27	0.1175	0.19	0.38	0.77	1.12	1.14
28	0.135	0.171	0.4	0.76	1.13	1.17
29	0.1225	0.16	0.39	0.74	1.15	1.14
30	0.1175	0.17	0.38	0.68	1.12	1.12
31	0.14	0.19	0.39	0.69	1.15	1.18
32	0.115	0.16	0.34	0.65	1.11	1.18
MEDIA	0.12765625	0.17089063	0.3765625	0.7178125	1.1359375	1.159375
SD	0.01407035	0.03283383	0.02572928	0.0414055	0.02757504	0.03099818

Cuadro A2. Lecturas morfométricas del ancho de huevo e instares ninfales de *B. cockerelli* de Coahuila.

	HUEVO	N 1	N2	N3	N4	N4
1	0.3125	0.4125	0.56	1.19	1.62	1.65
2	0.2675	0.335	0.65	1.19	1.64	1.76
3	0.2625	0.3325	0.59	1.23	1.61	1.69
4	0.31	0.43	0.61	1.24	1.69	1.87
5	0.3075	0.32	0.58	1.18	1.63	1.75
6	0.2725	0.33	0.66	1.17	1.69	1.81
7	0.265	0.38	0.6	1.21	1.6	1.79
8	0.285	0.325	0.61	1.17	1.62	1.82
9	0.2775	0.36	0.59	1.2	1.6	1.8
10	0.33	0.41	0.61	1.17	1.68	1.75
11	0.265	0.39	0.63	1.225	1.68	1.79
12	0.285	0.39	0.59	1.17	1.59	1.8
13	0.255	0.4	0.57	1.16	1.64	1.77
14	0.3	0.39	0.56	1.15	1.65	1.79
15	0.29	0.42	0.57	1.235	1.71	1.75
16	0.3075	0.33	0.58	1.18	1.6	1.76
17	0.28	0.39	0.56	1.16	1.67	1.69
18	0.27	0.43	0.54	1.19	1.61	1.74
19	0.2805	0.34	0.59	1.2	1.67	1.72
20	0.2875	0.362	0.65	1.16	1.62	1.76
21	0.27	0.3725	0.59	1.16	1.62	1.85
22	0.2575	0.35	0.62	1.19	1.63	1.69
23	0.2805	0.37	0.59	1.18	1.58	1.77
24	0.2825	0.3225	0.58	1.16	1.63	1.79
25	0.275	0.32	0.59	1.17	1.65	1.78
26	0.2975	0.3422	0.55	1.15	1.63	1.77
27	0.2925	0.3704	0.55	1.19	1.61	1.79
28	0.2775	0.3405	0.62	1.19	1.65	1.76
29	0.28	0.3305	0.61	1.18	1.66	1.76
30	0.27	0.3425	0.57	1.14	1.61	1.75
31	0.3025	0.39	0.62	1.16	1.67	1.76
32	0.2675	0.32	0.55	1.17	1.6	1.77
MEDIA	0.28323438	0.36400313	0.591875	1.181875	1.63625	1.765625
SD	0.01778863	0.03501057	0.03084169	0.02523279	0.03319055	0.0450761

Cuadro A3. Lecturas morfométricas del largo de huevo e instares ninfales de *B. cockerelli* de Aguascalientes.

	HUEVO	N 1	N2	N3	N4	N4
1	0.2225	0.29	0.61	1.13	1.68	1.8
2	0.3075	0.25	0.63	1.15	1.71	1.77
3	0.2775	0.4125	0.57	1.18	1.65	1.76
4	0.265	0.435	0.56	1.14	1.64	1.75
5	0.2975	0.4325	0.57	1.19	1.68	1.75
6	0.27	0.43	0.58	1.16	1.68	1.81
7	0.275	0.42	0.61	1.2	1.64	1.79
8	0.285	0.41	0.64	1.17	1.65	1.82
9	0.2775	0.36	0.59	1.19	1.65	1.8
10	0.3125	0.41	0.65	1.17	1.67	1.75
11	0.28	0.43	0.59	1.15	1.66	1.79
12	0.3	0.39	0.61	1.2	1.69	1.77
13	0.285	0.4	0.58	1.16	1.68	1.75
14	0.2925	0.39	0.66	1.15	1.64	1.79
15	0.265	0.42	0.6	1.19	1.64	1.75
16	0.265	0.38	0.61	1.15	1.65	1.76
17	0.2575	0.4325	0.59	1.16	1.67	1.79
18	0.135	0.43	0.61	1.19	1.69	1.82
19	0.27	0.43	0.63	1.18	1.65	1.79
20	0.2725	0.4	0.65	1.16	1.7	1.74
21	0.28	0.37	0.59	1.17	1.73	1.76
22	0.2825	0.4	0.62	1.19	1.66	1.75
23	0.28	0.43	0.57	1.18	1.67	1.77
24	0.29	0.39	0.63	1.16	1.71	1.79
25	0.2675	0.412	0.55	1.17	1.67	1.78
26	0.2425	0.37	0.59	1.15	1.71	1.76
27	0.28	0.37	0.61	1.18	1.7	1.76
28	0.2725	0.37	0.66	1.19	1.73	1.77
29	0.275	0.43	0.65	1.16	1.68	1.79
30	0.2475	0.43	0.55	1.14	1.73	1.77
31	0.2575	0.39	0.64	1.16	1.7	1.75
32	0.225	0.42	0.61	1.17	1.67	1.76
MEDIA	0.26914063	0.39795313	0.6065625	1.1684375	1.6775	1.77375
SD	0.03167125	0.04087892	0.0315829	0.01851057	0.02759149	0.02210678

Cuadro A4. Lecturas morfométricas del ancho de huevo e instares ninfales de *B. cockerelli* de Aguascalientes.

	HUEVO	N 1	N2	N3	N4	N4
	0.1375	0.17	0.37	0.65	1.14	1.19
	0.1225	0.15	0.41	0.66	1.19	1.12
	0.135	0.1875	0.35	0.76	1.09	1.15
	0.1325	0.225	0.35	0.69	1.08	1.17
	0.14	0.2	0.36	0.75	1.11	1.12
	0.125	0.2	0.36	0.71	1.15	1.2
	0.1425	0.19	0.39	0.77	1.1	1.19
	0.1425	0.18	0.41	0.68	1.11	1.21
	0.125	0.15	0.38	0.7	1.13	1.19
	0.38	0.2	0.41	0.67	1.12	1.12
	0.1275	0.223	0.38	0.72	1.15	1.15
	0.115	0.19	0.39	0.78	1.15	1.13
	0.3775	0.2	0.38	0.73	1.12	1.13
	0.1075	0.19	0.43	0.68	1.14	1.16
	0.1	0.21	0.38	0.77	1.12	1.18
	0.115	0.18	0.38	0.64	1.14	1.18
	0.1175	0.2	0.37	0.67	1.15	1.16
	0.1275	0.2	0.39	0.75	1.1	1.21
	0.0675	0.22	0.4	0.7	1.15	1.16
	0.125	0.19	0.42	0.68	1.2	1.16
	0.1125	0.19	0.39	0.71	1.13	1.14
	0.135	0.21	0.39	0.78	1.14	1.14
	0.1325	0.23	0.38	0.74	1.15	1.14
	0.1375	0.4	0.4	0.71	1.16	1.16
	0.115	0.22	0.34	0.72	1.15	1.15
	0.1425	0.18	0.37	0.68	1.2	1.19
	0.1175	0.18	0.39	0.71	1.19	1.14
	0.1175	0.19	0.43	0.76	1.2	1.13
	0.14	0.2	0.43	0.63	1.11	1.14
	0.105	0.22	0.38	0.68	1.12	1.14
	0.1225	0.19	0.4	0.69	1.13	1.13
	0.085	0.21	0.39	0.65	1.16	1.17
MEDIA	0.13828125	0.20235938	0.3875	0.706875	1.14	1.1578125
SD	0.06525829	0.04085068	0.0230007	0.04253556	0.03172462	0.02672855